

No clasificado OCDE/GD(9)216

**DOCUMENTOS
DE TRABAJO
DEL STI 1997/2**

REVISIÓN DEL SECTOR DE ALTA TECNOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

Thomas Hatzichronoglou

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS

París 59918

El documento completo está disponible en OLIS en su formato original.

Series de Documentos de Trabajo del STI

La serie de Documentos de Trabajo de la Dirección de Ciencia, Tecnología e Industria (DSTI, por sus siglas en inglés) de la OCDE está diseñada para poner a disposición de un público más amplio estudios seleccionados preparados por personal de la Dirección o por consultores externos que trabajan en proyectos de la OCDE. Los documentos incluidos en la serie son de naturaleza técnica y analítica y tratan temas de datos, metodología y análisis empírico en las áreas de trabajo de la DSTI. Los documentos de trabajo generalmente están disponibles solo en su idioma original, inglés o francés, con un resumen en el otro idioma.

Se invita a realizar comentarios a estos documentos, los cuales deben ser enviados a la Dirección de Ciencia, Tecnología e Industria de la OCDE, en 2 rue André-Pascal, 75775 París Cedex 16, Francia.

Las opiniones expresadas en estos documentos son responsabilidad del autor (o autores) y no necesariamente reflejan la opinión de la OCDE o de los gobiernos de sus países miembros.

REVISIÓN DEL SECTOR DE ALTA TECNOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

Thomas Hatzichronoglou

Este documento describe los métodos utilizados para clasificar los sectores industriales y los productos manufactureros de los países de la OCDE por nivel de tecnología, y presenta las clasificaciones resultantes. En la nueva clasificación propuesta por sector industrial, el concepto de intensidad tecnológica se ha ampliado para tener en cuenta tanto el nivel de tecnología específico del sector [medido por la proporción de gasto en Investigación y Desarrollo (I + D) respecto al valor agregado) y la tecnología incorporada en las compras de productos intermedios y bienes de capital. Se han identificado cuatro grupos de industrias en función del grado de intensidad de la tecnología.

La clasificación por producto consiste únicamente en productos de alta tecnología (productos que son más intensivos en requerimientos tecnológicos). La clasificación fue elaborada por la Secretaría de la OCDE en colaboración con Eurostat, con el objetivo de finalizar la estrategia por sector y proporcionar un instrumento más apropiado para analizar el comercio internacional. Debido a que no hay datos detallados disponibles para los servicios, las dos clasificaciones propuestas se refieren solo a la industria manufacturera.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la globalización económica, la tecnología es un factor clave para mejorar el crecimiento y la competitividad en los negocios.

Las empresas que consumen mucha tecnología innovan más, ganan nuevos mercados, utilizan los recursos disponibles de forma más productiva y, en general, ofrecen una mayor remuneración a las personas que emplean. Las industrias de alta tecnología son aquellas que se expanden más fuertemente en el comercio internacional y su dinamismo ayuda a mejorar el desempeño en otros sectores (derrame). Para poder analizar el impacto de la tecnología en el desempeño industrial, es importante poder identificar aquellas industrias y productos que requieren más tecnología, a través de criterios que permitan la construcción de clasificaciones internacionales especiales armonizadas.

Este documento establece los métodos que la Secretaría de la OCDE ha utilizado para clasificar los sectores y productos por nivel de tecnología, y presenta las clasificaciones resultantes.

El trabajo analítico inicial de la Secretaría de la OCDE sobre alta tecnología, relacionado particularmente con el comercio¹, se basó en la clasificación producida en los Estados Unidos, que posteriormente se aplicó a todos los países de la OCDE. Aunque los países podrían, por primera vez, clasificarse y compararse en el campo de la alta tecnología, una desventaja del enfoque fue que extrapolaba la estructura de la industria estadounidense a toda el área de la OCDE. Es por eso que, en una segunda etapa, la Secretaría en 1984 desarrolló una nueva clasificación utilizando una muestra de once países. Esta clasificación se basó en la intensidad directa de I + D (gasto en I + D en relación con la producción) ponderada por sector y país, y condujo a una lista que ubica a las industrias en tres categorías² (alta, media y baja tecnología), que ha sido ampliamente utilizada por los países miembros de la OCDE y muchos otros también.

La clasificación tenía la ventaja de proporcionar una herramienta simple y coherente para las comparaciones internacionales, pero también tenía limitaciones, en gran parte debido a la falta de datos sectoriales suficientemente desagregados. Diez años después de la redacción de la primera lista, se sintió la necesidad de revisar las lecciones aprendidas durante ese período y contemplar ciertas mejoras. Esto último refleja los avances en la tecnología de forma más completa al utilizar datos mucho más recientes e incluye varios aspectos de difusión de tecnología (intensidad indirecta). En consecuencia, la Secretaría de la OCDE preparó dos nuevas listas: una para las *industrias manufactureras* (enfoque sectorial) y la otra para las *manufacturas* (enfoque por producto).

Los datos utilizados para preparar la lista sectorial se basan en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, CIIU Rev. 2. La nueva clasificación abarca solo la industria manufacturera, para lo cual la Secretaría elaboró series largas y relativamente completas. Sin embargo, en el enfoque sectorial, en última instancia será necesario incluir los servicios una vez que se disponga de los datos apropiados, ya que los servicios están pasando del uso intensivo de tecnología para convertirse, cada vez más, en productores de tecnología.

El enfoque de producto se desarrolló en forma más reciente para complementar el sectorial y proporcionar una herramienta más apropiada para analizar el comercio internacional. Se basa en la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional, CUCI Rev. 3.

El enfoque sectorial

La construcción de una clasificación completa de las industrias de acuerdo con su intensidad tecnológica implica una serie de dificultades. La primera se refiere a los criterios para identificar el contenido tecnológico de una industria. La segunda se refiere al concepto subyacente. ¿Qué es una industria de alta tecnología: es una que produce tecnología, o es una que usa intensamente la tecnología? Un tercer problema es que siempre hay cierto grado de arbitrariedad al elegir los puntos de corte entre las clases de tecnología.

La Secretaría experimentó con varios criterios para identificar el contenido tecnológico de una industria, pero la cuantificación se vio obstaculizada por la falta de datos. Como resultado, la intensidad de I + D se convirtió en el único criterio.³

La superación de la segunda dificultad requirió una comparación de la intensidad de I + D directa e indirecta. Se utilizaron dos indicadores de intensidad directa y uno para la intensidad total de I + D (suma de intensidad directa e indirecta). Los dos indicadores directos se construyeron para cada uno de los 22 sectores manufactureros en diez países de la OCDE,⁴ y la lista de la OCDE se obtuvo ponderando cada sector según su participación en la producción o el valor agregado de los diez países, tomando las paridades de poder de compra del PIB como tasa de cambio. Con el indicador de intensidad general, la intensidad directa se calculó de la misma manera. Para la intensidad indirecta, se tomó en cuenta la tecnología (gasto en I + D) incorporada en bienes intermedios y de capital adquiridos en el mercado interno o importados. La tecnología se mueve de una industria (y un país) a otra cuando la industria que realiza I + D vende sus productos que incorporan esa I + D a otras industrias que los utilizan como insumos de fabricación. Al calcular la intensidad indirecta, utilizamos los coeficientes técnicos de las industrias manufactureras, sobre la base de las matrices de insumo-producto. Suponiendo que, para un tipo dado de insumo y para todos los grupos de productos, las proporciones de gasto en I + D incorporadas en la producción permanecieron constantes, los coeficientes insumo-producto se multiplicaron por las intensidades directas de I + D (véase también el anexo 1).

Estos indicadores se calcularon durante un período prolongado (1973-92) pero la clasificación final se construyó para los datos de 1980 y 1990 utilizando estos indicadores de forma tal que sean estable en los tres casos: las industrias clasificadas en una categoría superior tienen una intensidad promedio más alta para todos los indicadores que las industrias en una categoría inferior (con una excepción, petróleo, ver a continuación). Como resultado, se identificaron cuatro grupos de industria manufacturera: i) alta tecnología, ii) mediana-alta tecnología, iii) mediana-baja tecnología y iv) baja tecnología.

Es poco probable que tomar en cuenta la intensidad indirecta en los cálculos afecte la clasificación de una industria en cualquiera de estos grupos, pero puede modificar su ubicación. Esto pone de manifiesto el hecho de que las industrias que dedican una gran proporción de su volumen de negocios o producción a la I + D también hacen uso de los equipos y bienes intermedios más avanzados. Para tales industrias existe una sólida relación entre intensidad directa (producción de tecnología) e intensidad indirecta (uso de tecnología).

Por último, los puntos de corte entre las cuatro categorías son menos arbitrarios de lo que parecen. Las industrias en un grupo más alto son más intensivas en I + D que aquellas en un grupo más bajo durante un período prolongado (1980-92).

La distinción entre los grupos de media-alta y media-baja tecnología, y entre los grupos de media-baja y baja tecnología, se define mejor cuando la intensidad de I + D se calcula en términos de producción, que cuando se hace en términos de valor agregado. En ambos casos, sin embargo, los puntos de corte proporcionan estabilidad en el tiempo y estabilidad mediana a través de los países, es decir, las industrias clasificadas en una categoría superior tienen una mayor intensidad mediana que las industrias en una categoría inferior.

Cuadro 1. Industrias manufactureras clasificadas de acuerdo con su intensidad tecnológica global (CIIU Revisión 2)

<u>Alta tecnología</u>	<u>CIIU Revisión 2</u>
1. Aeroespacial	3845
2. Equipo de cómputo, maquinaria de oficina	3825
3. Electrónica-comunicaciones	3832
4. Farmacéuticas	3522
 <u>Media-alta tecnología</u> 	
5. Instrumentos científicos	385
6. Vehículos de motor	3843
7. Maquinaria eléctrica	383-3832
8. Químicos	351+352+3522
9. Otro equipo de transporte	3842+3844+3849
10. Maquinaria no eléctrica	382-3825
 <u>Media-baja- tecnología</u> 	
11. Productos de plástico y hule	355+356
12. Fabricación de barcos	3841
13. Otras manufacturas	39
14. Metales no ferrosos	372
15. Productos minerales no metálicos	36
16. Productos metálicos fabricados	381
17. Refinación de petróleo	351+354
18. Metales ferrosos	371
 <u>Baja tecnología</u> 	
19. Impresión de papel	34
20. Textiles y prendas de vestir	32
21. Alimentos, bebidas y tabaco	31
22. Madera y muebles	33

La lista adoptada (Cuadro 1 y Anexo 2, Cuadro 3) corresponde a la intensidad global de I + D (directa e indirecta) y es estable a lo largo del periodo de referencia. Difiere de tres maneras de la lista empleada hasta 1994:

- En primer lugar, la intensidad de la tecnología de la maquinaria eléctrica ha disminuido, mientras que la intensidad de los instrumentos científicos ha aumentado y, de hecho, desde 1986 en adelante, tendió a los niveles de los sectores de alta tecnología. Cuando la intensidad se calcula sobre la base del valor agregado, el sector de instrumentos científicos es menos intensivo que la industria automotriz, pero es más intensivo cuando el cálculo se basa en la producción. Para la estabilidad en el tiempo decidimos retirar los instrumentos científicos y la maquinaria eléctrica del grupo de alta tecnología, y ahora están en el grupo medio-alto.
- En segundo lugar, dentro del grupo de tecnología media se muestran dos subcategorías, correspondientes a tecnología media-alta y media-baja.
- En tercer lugar, algunos sectores que anteriormente se clasificaban como de baja tecnología ahora se encuentran en la categoría media-baja, debido a que su intensidad ha aumentado. Este es el caso, en particular, de la fabricación de barcos. Otros sectores (metales ferrosos y no ferrosos, productos metálicos fabricados y refinación de petróleo) han sido reclasificados luego del cambio de tres a cuatro grupos. La intensidad de la refinación del petróleo es de hecho más alta que la de la maquinaria eléctrica cuando se calcula sobre la base del valor agregado en lugar de la producción. Este es el único punto en el que la clasificación no cumple el criterio de estabilidad, y probablemente se deba a la alta proporción de consumo intermedio típico del sector. La intensidad del hule y plásticos ha disminuido en los últimos 20 años, mientras que la intensidad de otros equipos de transporte ha ido en aumento, acercándose a la maquinaria eléctrica.

El enfoque de producto

El enfoque de producto complementa al sectorial y abre el camino para análisis mucho más detallados de comercio y competitividad.

Difiere del enfoque sectorial en por lo menos tres maneras.

Mientras que una industria puede ser muy intensiva en tecnología en un país y poco intensiva en tecnología en otro, es inconcebible que el mismo producto se clasifique como de alta tecnología en algunos países y como de tecnología media o baja en otros. Si ese fuera el caso, implicaría que los productos eran diferentes.⁵ Como resultado, la existencia de listas de países junto con la lista de la OCDE solo puede justificarse cuando, a nivel nacional, la lista de productos de alta tecnología esté mucho más desagregada.

En segundo lugar, el enfoque de producto incluye algunos productos que, por lo general, no están en la lista sectorial, ya que son fabricados por sectores de tecnología media. También hace posible calcular la verdadera proporción de alta tecnología en un sector dado, en el sentido de que el enfoque del producto excluye todos los productos que no son de alta tecnología, incluso si son fabricados por industrias de alta tecnología.

Una tercera característica del enfoque de producto es que solo se enfoca a los productos de la categoría de alta tecnología. Por el momento no se identifican productos de mediana-alta, mediana-baja y baja tecnología, al menos en el nivel de agregación que se ha seleccionado.

En 1994, la Secretaría preparó una lista inicial junto con el Instituto Fraunhofer en Alemania, correspondiente a la clasificación de tres dígitos de la CUCI Rev. 3 de comercio exterior. Fue el resultado de los cálculos sobre la intensidad de I + D por grupos de productos (gasto en I + D / ventas totales) en seis países (Estados Unidos, Japón, Alemania, Italia, Suecia y los Países Bajos).

En el enfoque de producto, a diferencia del sectorial, el número de países cubiertos no es de gran importancia ya que las consideraciones nacionales no tienen ninguna relación con si un producto se clasifica como de alta tecnología o no. En consecuencia, para un determinado nivel de agregación, se puede elaborar una lista de productos de alta tecnología sobre la base de un número menor de países.

La lista propuesta por la Secretaría en 1994 representó un primer paso importante en este nuevo campo y sirvió de base para los trabajos posteriores que culminaron con la lista que figura en el Cuadro 2. Este trabajo adicional fue provocado por tres problemas que surgieron en la lista de 1994.

En primer lugar, el nivel de agregación de tres dígitos, aunque era una mejora considerable en el enfoque sectorial, todavía era bastante limitado. Quizás la mayor deficiencia fue la descripción de los productos de cuatro y cinco dígitos de los grupos de productos anteriores. Muy claramente muchos productos no podían considerarse justificadamente de alta tecnología en este nivel de agregación, y tuvieron que ser excluidos en el trabajo posterior. En caso de dudas, se consultó a los expertos sobre los productos en cuestión.

En segundo lugar, la industria automotriz en su conjunto se clasificó como de alta tecnología. En el enfoque sectorial, por otro lado, se considera que es medio alto y sería difícil justificar un tratamiento general distinto de los vehículos de motor en el enfoque sectorial y en el enfoque de productos. Además, la importante contribución de los vehículos de motor al comercio internacional cambiaría radicalmente el perfil del país. Por lo tanto, decidimos que era preferible excluir a los vehículos de motor de la lista de productos de alta tecnología.

En tercer lugar, a pesar de los cálculos, el contenido de tecnología de algunos productos fabricados por sectores de tecnología media y baja, incluso en un nivel más desagregado, no fue confirmado por la opinión de los expertos. Ante este dilema, se consideró preferible excluirlos de la lista de productos de alta tecnología.

Como resultado, la lista propuesta en la Tabla 2 es relativamente compatible con las listas sectoriales, en la medida en que los productos se han clasificado de acuerdo con el sector al que pertenecen.⁶ Es más restrictiva que la lista de productos anterior, y mucho más restrictiva que las listas sectoriales. Por otro lado, incluye algunos productos fabricados por industrias de tecnología media-alta.

Así, se ha creado un nuevo banco de datos de productos para el comercio exterior utilizando la lista del cuadro 4 (anexo 2). Por primera vez, un banco de este tipo incorpora los valores unitarios de los productos individuales (valor / cantidad) para las exportaciones e importaciones totales y también para el comercio bilateral. El trabajo adicional proporcionará estimaciones de rangos de productos, a partir de los valores de la unidad. Al mismo tiempo, para tener en cuenta los aspectos cualitativos del comercio exterior, deberá analizarse a fondo la competitividad de cada país, para cada producto. Eso debería permitir la construcción de listas individuales de países que reflejen el rango de cada producto comercializado.

Desde 1994, la clasificación de comercio exterior de cinco dígitos CUCI Rev. 3 ha sido reemplazada por la clasificación del Sistema Armonizado de seis dígitos. Como resultado, la lista de productos puede, en un futuro próximo, contener más productos.

Principales limitaciones de las listas propuestas

Sin embarcarse en una discusión teórica y conceptual sobre la medición de la tecnología en sí misma, y de la alta tecnología en particular, vale la pena mencionar algunas de las limitaciones directamente relacionadas con la construcción de las listas propuestas.

La primera se refiere a los criterios empleados. Solo se ha tenido en cuenta la intensidad de I + D, ya sea directa o indirecta. La investigación es una característica extremadamente importante de la alta tecnología, pero no es la única. Otros factores también pueden jugar un papel importante (por ejemplo, personal científico y técnico, tecnología incorporada en patentes, licencias y *know-how*, cooperación técnica estratégica entre empresas, obsolescencia rápida del conocimiento disponible, rotación rápida de equipos, etc.).

Las mediciones de intensidad de I + D tienen otras dos deficiencias también. Están sesgadas en contra de los sectores y periodos en los que el volumen de negocios o la producción aumentan más rápidamente que el gasto en I + D debido al fuerte crecimiento de la demanda o una comercialización excepcionalmente vigorosa. La dificultad, que afecta principalmente a los resultados para determinados países en determinados años, reside en el hecho de que los cálculos se basan en datos de flujos, no de existencias. En ausencia de datos de existencias, esta dificultad se ha superado en gran medida tomando el promedio de la OCDE para cada año y cada sector.

En el enfoque sectorial, más particularmente, la intensidad de I + D también puede estar sesgada porque todas las investigaciones en cada sector se atribuyen a la actividad principal de las empresas que componen el sector. Por lo tanto, una proporción significativa de la I + D de la industria aeroespacial se refiere a la electrónica, como también sucede en otros sectores. En consecuencia, se sobreestimarán la intensidad de I + D de la industria aeroespacial y se subestimarán la de la electrónica.

Otra limitación que aplica más particularmente al enfoque sectorial es la falta de datos suficientemente desagregados. Cuando se clasifican 22 sectores en términos de intensidad tecnológica, es poco probable que se obtengan agrupaciones sectoriales básicamente diferentes, particularmente en el grupo de alta tecnología, incluso si se emplean criterios de selección adicionales.

**Cuadro 2. Lista de productos de alta tecnología
CUCI Rev. 3 (Periodo 1988-95)**

1.	Aeroespaciales	[7921+7922+7923+7924+7925+79293 +(714-71489-71499)+87411]
2.	Equipo de cómputo, maquinaria de oficina	[75113+75131+75132+75134+(752-7529)+75997]
3.	Electrónicos-telecomunicaciones	[76381+76383+(764-76493-76499) +7722+77261+77318+77625+7763+7764+7768+89879]
4.	Farmacéuticos	[5413+5415+5416+5421+5422]
5.	Instrumentos científicos	[774+8711+8713+8714+8719+87211+(874-87411-8742)+88111+88121 +88411+88419+89961+89963++89967]
6.	Maquinaria eléctrica	[77862+77863+77864+77865+7787+77844]
7.	Químicos	[52222+52223+52229+52269+525+57433+591]
8.	Maquinaria no eléctrica	[71489+71499+71871+71877+72847+7311+73131+73135 +73144+73151+73153+73161+73165+73312+73314+73316 +73733+73735]
9.	Armamento	[891--]

Las principales limitaciones asociadas con la falta de datos detallados son que muchos productos fabricados por sectores de alta tecnología son de tecnología mediana o incluso baja, mientras que, a la inversa, algunos de los productos fabricados por sectores de tecnología media o baja son de alta tecnología.

En principio, se desarrolló el enfoque de producto para superar esta dificultad. Aun así, este último tiene otras tres limitaciones propias. Primero, los productos de alta tecnología no pueden seleccionarse exclusivamente por métodos cuantitativos a menos que se adopte un nivel relativamente alto de agregación. Recurrir a la opinión de los expertos proporciona listas extremadamente detalladas, pero la operación en conjunto es relativamente engorrosa y los resultados no pueden ser reproducidos en su totalidad por otros paneles de expertos.

La segunda limitación se relaciona con la falta de una jerarquía de productos. Si la elección no se basa exclusivamente en mediciones cuantitativas, es difícil clasificar los productos en orden creciente o decreciente, que depende de su nivel de contenido tecnológico. Para superar esta dificultad, la Secretaría ha calculado los valores unitarios de las exportaciones e importaciones, y propone clasificar los productos en términos de rango utilizando una metodología especial.

Una última limitación es que los datos no son comparables con otros datos industriales. Con la excepción de la nueva clasificación PRODCOM para los datos de producción, otras variables industriales, en particular el empleo, el valor agregado y la formación bruta de capital fijo, están disponibles solo a nivel sectorial, no por producto.

ANNEX 1

Method of evaluation of indirect R&D intensities

- a) Estimation of technology flow matrix by country and year
- b) Leontief inverse approach

Method of evaluation of indirect R&D intensities

a) Estimation of technology flow matrix by country and by year

The OECD input-output database⁷ distinguishes the transaction flows between industries by domestic and imported flows. In addition, commodity components of business gross fixed capital formation is distinguished by industry of origin and are available separately by domestic and imported flows. Based on these accounts, an input-output model to measure the total R&D embodiment can be described in the following manner.

- *R&D embodied in purchased domestic intermediate inputs*

The R&D flows embodied in domestic intermediate product purchased by industry j from industry i , RII_{ij}^d , can be obtained by:

$$RII_{ij}^d = \frac{X_{ij}^d}{X_i} \cdot R_i = X_{ij}^d \frac{R_i}{X_i} \quad (1)$$

where X_{ij}^d represents the quantity of output of industry i purchased by industry j , X_i the total sales of industry i , and R_i is the own R&D expenditures of industry i . R_i/X_i is the R&D intensity for sector i per unit of gross output of sector i . Although it will be very important to take lags of R&D into account (on average 2-3 years in previous work) and to construct better indicators of the technological content of a product (e.g. estimation of R&D stock), current R&D expenditures have been used to estimate the embodied R&D flows for a particular year. Nevertheless, the inclusion of these omitted points will be considered in the near future.

- *R&D embodied in the purchased domestic capital goods*

Similarly, the R&D embodied in capital equipment purchases by industry j from industry i , $RINV_{ij}^d$ can be shown as:

$$RINV_{ij}^d = INV_{ij}^d \frac{R_i}{X_i} \quad (2)$$

where INV_{ij} is the sales of capital good from industry i to industry j in a particular year.

The rising trend of high-technology trade in the OECD exports and imports implies that domestic production has increasingly become dependent on advanced foreign technology so that R&D flows should be traced between countries. These R&D flows across a country's borders are calculated by distinguishing the sources of R&D by country of origin together as well as by types of products (intermediate goods and capital goods).

- *R&D embodied in purchased imported intermediate inputs*

For a particular country, the R&D embodied in imported intermediate inputs i purchased by industry j will be calculated by using:

$$RII_{ij}^m = X_{ij}^m \left(\sum_k \alpha_{ik} \cdot \frac{R_{ik}}{X_{ik}} \right) \quad (3)$$

where X_{ij}^m is the demand for imported intermediate input of product i by industry j and α_{ik} the import share of country k . This indicator can be also broken down by country of origin of R&D.

- *R&D embodied in purchased imported capital goods*

In a similar way, R&D embodied in imported capital goods purchased by industry j from abroad might be calculated by:

$$RINV_{ij}^m = INV_{ij}^m \left(\sum_k \alpha_{ik} \cdot \frac{R_{ik}}{X_{ik}} \right) \quad (4)$$

- *Total R&D embodiment in industry*

Lastly, total R&D gains of industry j can be obtained by summing up these indirect R&D embodiment across sectors, plus own R&D expenditures conducted by industry j himself.

$$RT_j = R_j + \sum_{i \neq j} RII_{ij}^d + \sum_{i \neq j} RII_{ij}^m + \sum_{i \neq j} RINV_{ij}^d + \sum_{i \neq j} RINV_{ij}^m \quad (5)$$

In the above equation, the diagonal elements of each matrix are eliminated in order to avoid the double counting of own R&D with other R&D. The first term of this equation shows the amount of direct R&D and the other three terms describe the measures of indirect R&D embodied in the industry j 's purchase of either intermediate or capital goods domestically and from abroad. The intensity version of these indicators, R&D embodiment per unit of output, can be simply calculated by dividing each term of the above equation by the industry's output

X_j . Other indicators such as the ratios of direct/indirect R&D or domestic/imported R&D have also been calculated.

Although it is

not included in this preliminary study, the above technology flow matrix approach can be extended so as to incorporate interindustry ripple effects by considering the second round impact through intermediate flows among industries. The inclusion of such multiplier effects in the calculation of indirect R&D embodiment can be important. For example, semiconductor industry undertakes large-scale R&D. New models of automobiles or aerospace are increasingly using semiconductors for automatic engine control or advanced navigation systems. However, these sectors frequently do not purchase directly the semiconductor product; instead the semiconductor is contained in a part purchased from a supplier. The present model does not take into account the semiconductor R&D in these parts when calculating the indirect R&D used by the auto or aerospace sectors. Precise R&D contents of each product can be only estimated by using the Leontief inverse. The Leontief inverse approach will be presented in the next section.

(6)

b) *Leontief inverse approach*

The balance equations of gross output in an open static input-output system for domestic flows can be written as:

$$X = A^d X + S^d I + F^d + E$$

where X is the vector of gross outputs, A^d is the matrix of domestic input-output coefficients, S^d is the share matrix of private business investment ($s_{ij}^d = T_{ij}^d / I$), I the vector of total private business investment by sector of origin, F^d final demand vectors of domestic output and imports exclusive of investment expenditures and E is exports vector. Investment expenditures are treated as exogenous in equations (6).

From domestic balance equations (6), we obtain:

$$X = (I - A^d)^{-1} [S^d I + F^d + E] \quad (7)$$

Defining the sectoral direct R&D intensity as:

$$r_i = \frac{R_i}{X_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

The vector of domestic total R&D embodiment, T^d , can be defined by pre-multiplying the diagonalised matrix of sectoral R&D coefficients (8) to equation (7), so that we obtain:

$$T^d = r(I - A^d)[S^d I + F^d + E] \quad (9)$$

Equation (9) shows that total domestic R&D embodiment can be connected to each components of domestic final demand and exports. Based on equation (9), the *total domestic R&D embodiment per unit of final demand for industry j* can be defined as the *j*th column sum of the above coefficients matrix:

$$rf_j = \sum_{i=1}^n r_i b_{ij}$$

(*j* =
1,2,
...,
n)

(10)

where b_j are the elements of inverse $B = (I-A)^d$. Since the j th column sum of the Leontief inverse B measures the total (direct and indirect) impacts on domestic production when final demand for the j th sector changes by unity, the right side of the equation (10) indicates the total R&D embodiment per unit of the final delivery of output j .

The calculation of total R&D embodiments in purchased intermediate goods for industry j is slightly different from the above equation (10), because it is based on final demand not on industry's output. In other words, it speaks about how much R&D is embodied in one unit of final demand for output j , not about how much R&D is embodied in output j . The industry's R&D embodiment needs to address the latter question. This modification will be done by using the following output-to-output based multiplier:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & d & & \\
 & & d & \\
 & & & d \\
 & & & & d
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{cccc}
 1 - a_{11} & -a_{12} & \dots & -a_{1,n-1} \\
 -a_{21} & 1 - a_{22} & \dots & -a_{2,n-1} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 -a_{d-1,1} & -a_{d-1,2} & \dots & 1 - a_{d-1,n-1}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 a_{1,n} \\
 a_{2,n} \\
 \vdots \\
 a_{d-1,n}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 b_{1,n} \\
 b_{2,n} \\
 \vdots \\
 b_{d-1,n}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 a_{1,n} \\
 a_{2,n} \\
 \vdots \\
 a_{d-1,n}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 b_{1,n} \\
 b_{2,n} \\
 \vdots \\
 b_{d-1,n}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 = B_n^*
 \end{array}
 \quad (11)$$

The above adjusted multipliers indicates a vector of total output necessities from each sector except industry j to produce one unit of output for industry n (for convenience, suppose that industry $n = j$). We define thus adjusted multiplier matrix as $B^* = [B_1, B_2, \dots, B_n]$.

Using the elements of B^* , total R&D embodied in domestic intermediate inputs for industry j can be obtained by pre-multiplying direct R&D intensity vector as:

$$rii_j^d = \sum_{i \neq j}^{n-1} r_{ij} b_{ij}^* \quad (12)$$

Other formulae of R&D embodiments, corresponding to equation (2) to (5) in the main text, will be defined in the following manner.

* R&D embodied in purchased domestic capital goods for industry j

$$rin v_j^d = \sum_{i=1}^n r_i \left(\sum_{k=1}^n b_{ik} s_{kj}^d \right) \quad (13)$$

* R&D embodied in purchased imported intermediate inputs for industry j (k indicates country)

$$rii_j^m = \sum_{i=1}^n a_{ij}^m \sum_{k=1}^n (\alpha_{ik} \cdot r f_{ik}^d) \quad (14)$$

* *R&D embodied in purchased imported capital goods for industry j* (k indicates country)

$$rinv^m_j = \sum_{i=1}^n s^{m\ ij} \sum_{k=1}^n (\alpha_{ik} \cdot tinv^d_{ik}) \quad (15)$$

* *Total R&D Embodiment for industry j*

$$rt_j = r_j + rii^d_j + rinv^d_j + rii^m_j + rinv^m_j \quad (16)$$

ANNEX 2

Table 3. Clasification of industries based on technological intensity

Table 4. High Technology Product List (SITC Revision 3)

Table 3. Classification of industries based on technology intensity

ISIC Rev. 2	1990			1980			
	R&D	R&D	dir+ind R&	R&D	R&D		
	production	value added	productio	production	value adde		
Aerospace	3845	17.30	14.98	36.25	16.06	14.13	41.11
Office & computing equipment	3825	14.37	11.46	30.49	11.19	9.00	26.01
Drugs & medicines	3522	11.35	10.47	21.57	8.37	7.62	16.89
Radio, TV & communication equipment	3832	9.40	8.03	18.65	9.33	8.35	18.43
Medium-high-technology industries							
Scientific instruments	385	6.55	5.10	11.19	4.69	3.61	8.63
Motor vehicles	3843	4.44	3.41	13.70	3.68	2.81	10.05
Electrical machines excl. commun. equip.	383 - 3832	3.96	2.81	7.63	4.25	3.48	8.85
Chemicals excl. drugs	351+352-3522	3.84	3.20	8.96	2.67	2.15	7.60
Other transport	3842+3844+3849	3.03	1.58	3.97	1.69	0.98	2.70
Non-electrical machinery	382 - 3825	2.58	1.74	4.58	2.00	1.32	3.48
Medium-low-technology industries							
Rubber & plastic products	355+356	2.47	1.07	3.02	2.20	1.08	3.27
Shipbuilding & repairing	3841	2.21	0.74	2.13	1.42	0.39	1.11
Other manufacturing	39	1.76	0.63	1.52	1.45	0.79	2.19
Non-ferrous metals	372	1.57	0.93	3.48	1.04	0.54	2.29
Non-metallic mineral products	36	1.44	0.93	2.20	1.10	0.66	1.72
Metal products	381	1.35	0.63	1.39	1.06	0.45	1.08
Petroleum refineries & products	353+354	1.33	0.96	8.43	0.80	0.58	6.17
Ferrous metals	371	1.10	0.64	2.48	0.78	0.45	1.71
Low-technology industries							
Paper, products & printing	34	0.88	0.31	0.76	0.68	0.23	0.61
Textiles, apparel & leather	32	0.78	0.23	0.65	0.56	0.13	0.38
Food, beverages & tobacco	31	0.73	0.34	1.14	0.56	0.23	0.93
Wood products & furniture	33	0.65	0.18	0.47	0.55	0.14	0.39

Source: OECD, ANBERD, STAN, Input-Output and BILAT databases (DSTI, EAS division).

**Table 4. High Technology Products List - SITC Revision 3
(Period 1988 - 1995)**

Group	Code SITC	Title
1-	AEROSPACE	
	7921+7922+7923+7924+7925+79291+79293+(714 -71489-71499)+87411	
1-1.	7921-	Helicopters
1-2.	7922+7923+7924+792	Aeroplanes
	<i>of which:</i> 7922-	Aeroplanes of an unladen weight < 2000 kg
	7923-	Aeroplanes of an unladen weight > 2000 kg and < 15000 kg
	7924-	Aeroplanes of an unladen weight > 15000 kg
	7925-	Spacecraft (including satellites and launch vehicles)
1-3.	79291	Propellers, rotors and parts thereof
1-4.	79293	Under-carriages and parts thereof
1-5.	714 -71489-	Aeroplanes motors
	<i>of which:</i> 71441	Turbo-jets
	71449	Other than turbo-jets
	71481	Turbo-propellers
	71491	Parts of turbo-jets or turbo-propellers
1-6.	87411	Other navigational instruments
2-	COMPUTERS - OFFICE MACHINES	
	75113+75131+75132+75134+(752-7529)+75997	
2-1.	75113	Word-processing machines
2-2.	75131+75132+7513	Photo-copying apparatus
2-3.	752 - 7529	Computers
	<i>of which:</i> 7521-	Analogue or hybrid data processing machines
	7522-	Digital automatic data processing with a central processing unit
	7523-	Digital automatic data processing with storage, input or output units
	7526-	Input or output units
	7527-	Storage units
2-4.	75997	Parts and accessories of group 752--
3-	ELECTRONICS -TELECOMMUNICATIONS	
	76381+76383+(764 - 76493 - 76499)+7722+77261+77318+77625+77627+7763 +7764+7768+89879	
3-1.	76381	Video apparatus
3-2.	76383	Other sound reproducing apparatus
3-3.	764--	Telecommunications equipment
3-3-1.	<i>of which:</i> 7641-	Electrical apparatus for telephone or telegraph
	<i>of which:</i> 76411	Telephone sets
	76413	Teleprinters
	76415	Communication apparatus
	76417	Other apparatus for carrier-current line systems
	76419	Other telephonic apparatus, n.e.s.

Group	Code SITC	Title
3-3-2.	7642-	Microphones, loudspeakers and amplifiers
3-3-2-1.	<i>of which:</i> 76421	Microphones
3-3-2-2.	76422+76423	Loudspeakers
	<i>of which:</i> 76422	Loudspeakers, mounted in their ensoules 76423
		Loudspeakers, not mounted in their ensoules
3-3-2-3.	76424	Headphones, earphones and combined microphone/speaker sets
3-3-2-4.	76425	Audio-frequency electric amplifiers
3-3-2-5.	76426	Other sound amplifiers
3-3-3.	7643-	Transmission apparatus for radio, telephone and TV, including reception apparatus
	<i>of which:</i> 76431	Transmission apparatus (without reception)
	76432	Transmission apparatus incorporating reception apparatus
3-3-4.	7648-	Telecommunications equipment, n.e.s.
	<i>of which:</i> 76481	Reception apparatus for radiotelephony
	76482	Television cameras
	76483	Radar apparatus
3-3-5.	76491	Parts and accessories of 7641-
3-3-6.	76492	Parts and accessories of 7642-
3-4.	7722-	Printed circuits
3-5.	77261	Electrical boards and consoles < 1000V
3-6.	77318	Optical fibre cables
3-7.	77625	Microwave tubes
3-8.	77627	Other valves and tubes
3-9.	7763-	Semi-conductor devices
	<i>of which:</i> 77631	Non-photosensitive diodes
	77632+77633	Transistors (excluding photosensitive transistors)
	77635	Thyristors, diacs and triacs
	77637	Photosensitive semi-conductor devices
	77639	Other semi-conductor devices
3-10.	7764-	Electronic integrated circuits and microassemblies
	<i>of which:</i> 77641	Digital monolithic integrated units
	77643	Non-digital monolithic integrated units
	77645	Hybrid integrated circuits
	77649	Other electronic integrated circuits
3-11.	7768-	Piezo-electric crystals
	<i>of which:</i> 77681	Piezo-electric crystals, mounted
	77688	Parts of the devices of 7763- and of 77681
	77689	Parts of the devices of 7764-
3-12.	89879	Numeric recording stays

4-

PHARMACY

5413+5415+5416+5421+5422

4-1.	5413-	Antibiotics
	<i>of which:</i> 54131	Penicillins and their derivatives
	54132	Streptomycins and their derivatives
	54133	Tetracyclines and their derivatives
	54139	Other antibiotics
4-2.	5415-	Hormones and their derivatives
	<i>of which:</i> 54151	Insulin and its salts
	54152	Pituitary (anterior) or similar hormones

Group	Code SITC	Title
	54153	Adrenal cortical hormones
	54159	Other hormones and steroids
4-3.	5416-	Glycosides, glands, antisera, vaccines
	<i>of which:</i> 54161	Glycosides, natural or reproduced by synthesis
	54162	Glands and other organs, for organo-therapeutic uses
	54163	Antisera and other blood fractions, vaccines
	54164	Blood prepared for therapeutic uses
4-4.	5421-	Medicaments containing antibiotics or derivatives thereof
	<i>of which:</i> 54211	Containing penicillins and derivatives thereof, not put up in measured doses for retail sale
	54212	Containing other penicillins, not put up in measured doses for retail sale
	54213	Containing penicillins and derivatives thereof, put up in measured doses for retail sale
	54219	Containing other penicillins, put up in measured doses for retail sale
4-5.	5422-	Medicaments containing hormones or other products of heading 5415-
	<i>of which:</i> 54221	Containing insulin, not put up in measured doses for retail sale
	54222	Containing other hormones or products, not put up in measured doses for retail sale
	54223	Containing insulin, put up in measured doses for retail sale
	54224	Containing adrenal cortex hormones, put up in measured doses for retail sale
	54229	Containing other hormones of heading 5415-, put up in measured doses for retail sale
5-		SCIENTIFIC INSTRUMENTS
		774+8711+8713+8714+8719+87211+(874 - 87411- 8742)+88111+88121+88411
		+88419+89961+89963+89966+89967
5-1.	774--	Electro-diagnostic apparatus for medicine or surgery and radiological apparatus
5-1-1.	<i>of which:</i> 7741-	Electro-diagnostic apparatus (excepting radiological apparatus)
	<i>of which:</i> 77411	Electro-cardiographs
	77412	Other electro-diagnostic apparatus
	77413	Ultra-violet or infra-red ray apparatus
5-1-2.	7742-	Apparatus based on the use of x-rays or of alpha, beta or gamma radiations
	<i>of which:</i> 77421	Apparatus based on the use of x-rays (for medical uses)
	77422	Apparatus based on the use of alpha, beta or gamma radiations
	77423	X-ray tubes
	77429	Parts and accessories of 7742-
5-2.	8711-	Binoculars, astronomical instruments and optical telescopes
5-3.	8713-	Microscopes (other than optical microscopes)
	<i>of which:</i> 87131	Microscopes other than optical microscopes
	87139	Parts and accessories
5-4.	8714-	Compound optical microscopes
	<i>of which:</i> 87141	Stereoscopic microscopes
	87143	Other microscopes (including for microphotography)
	87145	Microscopes, n.e.s.
	87149	Parts and accessories
5-5.	8719-	Liquid crystal devices, lasers and other optical instruments
	<i>of which:</i> 87191	Telescopic sights for fitting to arms

Group	Code SITC	Title
	87192	Lasers
	87193	Other devices and instruments
	87199	Parts and accessories of 8719-
5-6.	87211	Dental drill engines
5-7.	874 - 87411- 8742	Measuring instruments and apparatus
5-7-1.	<i>of which:</i> 8741 - 87411	Compasses, navigational instruments, geodesic instruments
	87412	Parts and accessories
	87413	Geodesic instruments
	87414	Parts and accessories
5-7-2.	8743-	Instruments for measuring or checking the flow, level, pressure or other variables of liquids or gases
	<i>of which:</i> 87431	Instruments for measuring the flow or level of liquids
	87435	Instruments for checking pressure
	87437	Other instruments and apparatus
	87439	Parts and accessories of 8743-
5-7-3.	8744-	Instruments for physical or chemical analysis
	<i>of which:</i> 87441	Gaz or smoke analysis apparatus
	87442	Shromatographs
	87443	Spectrometers, spectrographs using optical radiations
	87444	Exposure meters
	87445	Other apparatus using optical radiations
	87446	Apparatus for physical or chemical analysis, n.e.s.
	87449	Parts and accessories of 8744-
5-7-4.	8745-	Measuring, controlling and scientific instruments, n.e.s.
	<i>of which:</i> 87451	Sensitive balances
	87452	Instruments designed for demonstrational purposes
	87453	Appliances for testing the hardness
	87454	Parts and accessories of 87453
	87455	Density meters
	87456	Parts and accessories of 87455
5-7-5.	8746-	Automatic regulating or controlling instruments
	<i>of which:</i> 87461	Thermostats
	87463	Pressure regulators
	87465	Other regulating or controlling apparatus
	87469	Parts and accessories of 8746-
5-7-6.	8747-	Oscilloscopes, spectrum analyzers
	<i>of which:</i> 87471	Instruments for detecting ionizing radiations
	87473	Cathode-ray oscilloscopes and cathode-ray oscillographes
	87475	Other instruments for checking voltage, current and resistance
	87477	Instruments designed for telecommunications
	87478	Other instruments for measuring electrical quantities
	87479	Parts and accessories of 8747-
5-7-7.	8749-	Parts and accessories, n.e.s.
5-8.	88111	Photographic cameras
5-9.	88121	Cinematographic cameras
5-10.	88411	Contact lenses
5-11.	88419	Optical fibres other than those of heading 7731-
5-12.	89961	Hearing aids
5-13.	89963	Orthopaedic appliances
5-14.	89966	Ocular prosthesis
5-15.	89967	Pacemakers for stimulating heart muscles

Group	Code SITC	Title
6-		ELECTRICAL MACHINERY
	77862+77863+77864+77865+7787+77884	
6-1.	77862+77863+77864+77865	Electrical fixed capacitors
	<i>of which:</i> 77862	Tantalum fixed capacitors
	77863	Aluminium electrolytic fixed capacitors
	77864	Ceramic dielectric fixed capacitors, single layer
	77865	Ceramic dielectric fixed capacitors, multilayer
6-2.	7787-	Electrical machines, having individual fonctions
	<i>of which:</i> 77871	Particle accelerators
	77878	Other machines, having individual fonctions
	77879	Parts and accessories of 7787-
6-3.	77884	Electric sound or visual signalling apparatus
7-		CHEMISTRY
	52222+52223+52229+52269+525+531+57433+591	
7-1.	52222+52223+52229+52269	Inorganic chemical elements
	<i>of which:</i> 52222	Selenium, tellurium, phosphorus, arsenic and boron
	52223	Silicon
	52229	Calcium, strontium and barium
	52269	Other inorganic bases
7-2.	525--	Radio-active materials
7-2-1.	<i>of which:</i> 5251-	Radio-active isotopes
	<i>of which:</i> 52511	Natural uranium and its compounds
	52513	Uranium enriched in U235, plutonium and its compounds
	52515	Uranium depleted in U235
	52517	Spent fuel elements of nuclear reactors
	52519	Radio-active isotopes, n.e.s.
7-2-2.	5259-	Stable isotopes and their compounds
	<i>of which:</i> 52591	Isotopes other than those of heading 5251-
	52595	Compounds, inorganic or organic, of rare-earth metals
7-3.	531--	Organic colouring matter and colour lakes
	<i>of which:</i> 5311-	Organic colouring matter
	5312-	Synthetic organic products of a kind used as flourescent brightening agents or luminophores
7-4.	57433	Polyethyleneterephthalate
7-5.	591--	Insecticides, disinfectants
	<i>of which:</i> 5911-	Insecticides
	5912-	Fungicides
	5913-	Herbicides, anti-sprouting products
	5914-	Disinfectants

Group	Code SITC	Title
8-		NON-ELECTRICAL MACHINERY
		71489+71499+71871+71877+71878+72847+7311+73131+73135+73142+73144+73151+73153+73161+73163+73165+73312+73314+73316+7359+73733+73735
8-1.	71489	Other gas turbines
8-2.	71499	Parts of gas turbines
8-3.	71871	Nuclear reactors
8-4.	71877	Fuel elements non-irradiated
8-5.	71878	Parts of nuclear reactors
8-6.	72847	Machinery and apparatus for isotopic separation
8-7.	7311-	Machine-tools working by laser or other light or photon beam, ultra-sonic, electro-discharge or electro-chemical processes
	<i>of which:</i> 73111	Operated by laser or other light or photon beam processes
	73112	Operated by ultra-sonic processes
	73113	Operated by electro-discharge processes
	73114	Operated by electro-chemical, electron beam, ionic-beam or plasma jet processes
8-8.	73131+73135+73142+73144+73151+73153+73161+73163+73165+73312+73314+73316+7359+73733+73735	Machine-tools, numerically controlled
8-8-1.	<i>of which:</i> 73131	Horizontal lathes, numerically controlled
8-8-2.	73135	Other lathes, numerically controlled
8-8-3.	73142	Other drilling machines, numerically controlled
8-8-4.	73144	Other boring-milling machines, numerically controlled
8-8-5.	73151	Milling machines, knee-type, numerically controlled
8-8-6.	73153	Other milling machines, numerically controlled
8-8-7.	73161	Flat-surface grinding machines, numerically controlled
8-8-8.	73163	Other grinding machines, numerically controlled
8-8-9.	73165	Sharpening machines, numerically controlled
8-8-10.	73312	Bending, folding, straightening or flattening machines, numerically controlled
8-8-11.	73314	Shearing machines, numerically controlled
8-8-12.	73316	Punching machines, numerically controlled
8-8-13.	7359-	Parts and accessories of 731-- and 733--
	<i>of which:</i> 73591	Parts and accessories of 731--
	73595	Parts and accessories of 733--
8-8-14.	73733	Machines and apparatus for resistance welding of metal, fully or partly automatic
8-8-15.	73735	Machines and apparatus for arc, including plasma arc welding of metal, fully or partly automatic
9-	891--	ARMAMENT
9-1.	8911-	Armoured fighting vehicles
9-2.	8912-	Bombs, torpedoes, mines,missiles, etc...
9-3.	8913-	Non-military arms
9-4.	8919-	Parts and accessories of 89112, 89114 and 8913-

NOTES

1. “International Trade in High Research and Development-Intensive Products” [SITC/80.48]. “International Trade in High Technology Products: An Empirical Approach” (internal OECD memorandum).
2. “Specialisation and Competitiveness in High, Medium and Low R&D-Intensity Manufacturing Industries: General Trends” (internal OECD memorandum).
3. The R&D data employed come from the OECD’s *Analytical Business Enterprise Research and Development (ANBERD) Database*. This is an estimated database constructed with the objective of creating a consistent data set that overcomes the problems of international comparability and time discontinuity associated with the official business enterprise R&D data provided to the OECD by its Member countries. ANBERD contains R&D expenditures for the period 1973 to 1995, by industry, for 15 OECD countries.
4. Sectors for which complete data were to hand, and countries for which harmonized input-output tables are available: the United States, Japan, Germany, France, the United Kingdom, Italy, Canada, Australia, the Netherlands and Denmark.
5. However, it must be acknowledged that, even at product level, the classifications are not sufficiently detailed for products which have the same name, but belong to very different ranges, to be put into separate categories.
6. For this purpose we used the concordance between SITC Rev. 3 (product classification) and ISIC Rev. 2 (sectoral classification).
7. The OECD’s *Input-Output Database* contains flow matrices of intermediate and final goods (both domestic and imported) for selected years in the 1970-90 period. It covers 10 OECD countries and 36 industries, of which 22 are in the manufacturing sector.

STI WORKING PAPERS

1996

1. Embodied Technology Diffusion: An Empirical Analysis for 10 OECD Countries
George Papaconstantinou, Norihisa Sakurai and Andrew Wyckoff
2. The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s
Norihisa Sakurai, Evangelos Ioannidis and George Papaconstantinou
3. Short-term Indicators: Using Qualitative Indicators to Update Production Indices
Paul Schreyer and Corinne Emery
4. SMEs and Employment Creation: Overview of Selected Quantitative Studies in OECD Member Countries
Paul Schreyer
5. Globalisation and Competitiveness: Relevant Indicators
Thomas Hatzichronoglou
6. Factors Influencing the Steel Work Force: 1990 to 1995
Donald F. Barnett
7. Measuring R&D in the Services
Alison Young
8. The Evolution of Skills in OECD Countries and the Role of Technology
A. Colecchia and G. Papaconstantinou

1997

1. Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples
(disponible en français sous le titre “Indicateurs bibliométriques et analyse des systèmes de recherche : méthodes et exemples”)
Yoshiko Okubo
2. Revision of the High-technology Sector and Product Classification
(disponible en français sous le titre “Révision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie”)
Thomas Hatzichronoglou