

La Chine est-elle déjà à la tête du classement mondial dans la recherche et l'innovation technologique ? Une étude comparative entre la Chine et les pays développés
Is China already at the top of the world rankings in research and technological innovation?
A comparative study between China and developed countries

AGABAKli* Laboratoire Economie et Développement, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algérie,
akliagabb@gmail.com

Received: 11/02/2022

Accepted: 12/05/2022

Published: 2/6/2022

Résumé:

L'objet de cet article consiste à montrer les performances scientifiques et technologiques de la Chine comparativement aux pays développés. Pour répondre à notre problématique nous avons opté pour une approche à la fois comparative et analytique. Les résultats de recherche ont montré que l'avènement de la Chine dans les réseaux mondiaux de la R&D et d'innovation a redessiné la carte mondiale de la technologie. La Chine détient désormais la tête du classement mondial en nombre de chercheurs et en capital humain impliqué par les entreprises. La Chine détient aussi la tête de classement mondial en nombre de brevets, en exportations de haute technologie et en nombre d'articles scientifiques et techniques. Les facteurs à l'origine des niveaux technologiques élevés de la Chine sont liés à l'apport de l'entreprise, de l'université, de la diaspora, du système national d'innovation intégré, des IDE et du commerce extérieur.

Mots clés: Capital humain, R&D, Innovation technologique, Pays développés, Chine.

Abstract:

We try in this article to show the scientific and technological performance of China compared to developed countries. To answer our problem, we opted for a comparative and analytical approach. The research results showed that the rise of China in global R&D and innovation networks has redrawn the global technology map. China now holds the top of the world ranking in number of researchers, in human capital involved in companies. China also leads the world in number of patents, high-tech exports and number of scientific and technical articles. The factors behind China's high technological levels are related to the contribution of enterprise, university, the diaspora, the national integrated innovation system, FDI and foreign trade.

Keywords: Human capital; R&D; Technological innovation; Developed countries; China.

* Auteur correspondant

1. Introduction:

Les pays émergents asiatiques ont réussi leur insertion dans l'économie fondée sur la connaissance (*Knowledgebasedeconomy-KBE*), comme le montrent les chiffres portant sur l'innovation qui indiquent que 80 % du total des brevets déposés dans le monde appartiennent aux nouveaux pays industrialisés (NPI) asiatiques (OMPI, 2021). Toutefois, la Chine affichait des performances économiques nettement supérieures à celles des pays émergents.

L'histoire économique nous enseigne que la Chine constitue un cas d'école dans l'économie du développement. Considérée comme un pays en voie de développement au cours des années 1990, et se trouvant au même niveau du développement que les pays africains et latino-américains, elle a pu devenir la 1^{ière} puissance commerciale dans le monde, la 2^{ième} destination des flux internationaux des IDE. Considérée comme étant « l'atelier du monde », durant les années 90, désormais elle se compte parmi les pays les plus innovants au monde. Selon l'OMPI, Le nombre de brevets déposés en Chine est de 1 441 085 brevets, soit 45,7% du total mondial, en 2020, détenant ainsi la tête de classement mondiale en matière d'innovation technologique.

Les niveaux élevés d'innovation technologique réalisés par la Chine méritent bien notre attention. Les hautes performances technologiques de la Chine interpellent notre curiosité scientifique pour comprendre les facteurs qui sont à l'origine de son développement technologique. L'expérience technologique de la Chine est très intéressante à plus d'un titre. La Chine a non seulement réussi son insertion l'économie basée sur le savoir mais elle rivalise aujourd'hui avec les pays développés dans plusieurs secteurs de technologies de pointes.

Grace à l'application des indicateurs de l'économie de la connaissance, nous allons comprendre la position scientifique et technologique de la Chine et les raisons de son rattrapage technologique. Ainsi, via la mobilisation de ces indicateurs découle notre problématique que nous allons énoncer en ces termes: Quelles sont les performances de la Chine en matière de recherche et d'innovations technologique comparativement aux pays développés? De cette question centrale découlent plusieurs questions subsidiaires : Quels sont les facteurs qui sont à l'origine des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine ?

Cette question centrale repose sur deux hypothèses que nous essaierons de vérifier. Vu l'état global de l'économie chinoise (1^{ière} puissance du commerce mondial, 2^{ième} puissance économique mondiale, 2^{ième} destination des flux des IDE dans le monde, etc.), nous supposons que la Chine a des performances technologiques supérieures à celles des pays développés (Hypothèse 1).

Cependant, Vu les hautes performances technologiques des Etats-Unis d'Amérique, des pays européens et des pays asiatiques (la Corée du Sud détient le rapport DIRD¹/PIB le plus élevé au monde)... nous supposons que les performances technologiques de la Chine sont inférieurs à celles des pays émergents (Hypothèse 2).

¹DIRD : Dépenses intérieurs de recherche et développement

Le champ spatial de notre étude se limite à la Chine. Toutefois, nous allons recourir, à plusieurs reprises, à des comparaisons fréquentes avec les pays développés dans le domaine de la R&D et de l'innovation technologique pour déterminer la position scientifique et technologique de la Chine comparativement à ces pays.

Pour vérifier nos hypothèses nous allons mobiliser une démarche méthodologique à la fois comparative et analytique. Nous nous appuyons sur les indicateurs de l'économie de la connaissance issus du *Manuel de Frascati*² que nous appliquerons aux pays étudiés à travers la mobilisation des statistiques issues des bases de données des instances internationales (OMPI, OCDE, UNESCO, ...) pour déterminer les performances de la Chine comparativement aux pays développés.

Ainsi, notre analyse commence par la détermination des performances technologiques de la Chine comparativement aux pays développés. Ensuite, à travers les constats que nous avons tirés de l'application de ces indicateurs et la mobilisation des études de ceux qui ont déjà travaillé sur ce sujet, nous allons énumérer les facteurs à l'origine des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine.

2. Appréciation de l'intensité de la R&D et de l'innovation technologique de la Chine comparativement aux pays développés

La croissance économique mondiale se déplace des pays de l'OCDE vers les pays émergents qui tablent de plus en plus sur l'innovation pour monter dans la chaîne de valeur (OCDE, 2016). Découvrons les performances en recherche et innovation technologique de la Chine comparativement aux pays développés.

2.1 Le nombre de brevets d'invention

Le brevet d'invention constitue l'indicateur par excellence de mesure de l'innovation technologique préconisé par l'OMPI. Ainsi via ce baromètre, nous pourrions s'offrir une appréciation de l'innovation technologique de la Chine comparativement aux pays développés. Pour situer l'évolution de dépôts de brevets en Chine, le tableau ci-dessous reprend le dépôt des brevets durant la décennie 2011-2020 des pays développés.

Tableau N° 1 : Intensité des dépôts de brevet* dans les pays émergents

Pays	Total des dépôts de Brevets en 2011	Total des dépôts de Brevets en 2020	Classement mondial selon l'indice de l'innovation 2021
Chine	436 186	1 441 085	1
Etats-Unis	441 154	495 883	2
Japon	475 142	423 254	3
Allemagne	175 795	168 005	5
France	67 272	64 280	7
Royaume-Unis	50 848	53 064	9

²Pour plus de détails sur les indicateurs scientifiques et technologiques du Manuel de Frascati, veuillez lire OCDE, (2015), Manuel de Frascati 2015, Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental, Mesurer les activités scientifiques, technologiques et d'innovation, OECD Publishing, Paris. 448 pages, (France).

A. Agab *La Chine est-elle déjà à la tête du classement mondial dans la recherche et l'innovation technologique. Etude comparative entre la Chine et les pays développés*

Canada	24 987	23 846	18
Pays-Bas	33 582	32 809	13
Italie	28 357	32 537	10
Espagne	10 869	10 162	23
Turquie	5 284	10 110	14
U-E à 27	334 100	357 900	/

(*) Résidents et à l'étranger

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OMPI (2021)

En termes de dépôt de brevets, la Chine est le pays qui a déposé le plus de brevets au monde. La Chine a déposé plus de brevets que les pays de l'OCDE tous réunis. Le nombre de brevets déposés par la Chine est presque égal à l'ensemble des dépôts des pays développés. L'hégémonie technologique mondiale de la Chine est confirmée par *l'Indice de l'Innovation* de l'OMPI, dans lequel nous retrouvons la Chine dans la première position. Cependant, ce sont le Canada, l'Espagne et la Turquie qui figurent en dernières positions dans le classement mondial de l'innovation technologique.

Tableau N° 2 : Dynamique de l'innovation dans les pays émergents

Pays	Total des dépôts de 2011 à 2020	% dans le total des dépôts	Taux de croissance des dépôts entre 2011 et 2020	Le coefficient multiplicateur des dépôts de brevets
Chine	10 373 125	43,99	+ 230.38	03.30
Etats-Unis	5 039 334	20.88	- 10.92	01.12
Japon	4617788	19.13	- 04.65	00.95
Allemagne	1779466	07.37	- 04.43	00.96
France	697322	02.88	+ 04.45	00.96
Royaume-Unis	530975	02.20	+ 04.36	01.04
Canada	249824	01.03	- 46.56	00.95
Pays-Bas	356275	01.47	- 02.30	00.98
Italie	274882	01.13	+ 14.74	01.15
Espagne	107698	00.44	- 06.50	00.93
Turquie	79969	00.33	+ 91.33	01.91

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

Concernant le pourcentage des dépôts de brevets dans le total des dépôts, la Chine a enregistré un taux de 44 % dépassant du loin les pays développés. La dernière position est détenue par la Turquie avec un pourcentage de 0,33 % du total des dépôts.

Concernant le taux de croissance du dépôt de brevets³ entre 2011 et 2020, la Chine se trouve aussi en première position devant les pays développés tous réunis. Le dépôt de brevets en Chine a augmenté de 230,80 % entre 2011 et 2020. A l'inverse des pays développés, le taux de croissance des dépôts de brevets au Canada a diminué de 46.56 %.

Selon le coefficient multiplicateur du dépôt des brevets⁴, le nombre de brevets déposés en Chine a augmenté de 3,30 fois devant tous les pays développés. Cependant, contrairement à la

³Taux de croissance des dépôts = [(Total des dépôts 2020 – Total des dépôts 2011)/ Total des dépôts en 2011] × 100

⁴Le coefficient multiplicateur de dépôt des brevets = (total des dépôts de brevet en 2020 / Total des dépôts de brevets en 2011)

tendance haussière des dépôts observés dans les pays développés, durant cette décennie (2011-2020), le total des dépôts de brevets en Espagne a diminué de 0,07 %.

2.2 L'intensité de la dépense intérieur en R&D

L'intensité de la dépense en R&D est parmi l'un des indicateurs de la R&D et de l'innovation technologique (OCDE, 2016). Nous allons découvrir ici l'intensité de cet indicateur dans le cas de la Chine comparativement aux pays développés.

Tableau N°3: Indicateurs d'intensité de la R&D des pays développés

Pays	Dépenses intérieure brute de R&D en 2019 (Million de \$ US PPA courants)	DIRD en pourcentage du PIB en 2019
Chine	525 693,44	0,48
Etats-Unis	657 459,00	3,07
Japon	173 267,15	3,24
Allemagne	147 502,12	3,18
France	72 768,59	2,17
Royaume-Unis	56 935,75	1,76
Turquie	21 744,01	0,95
UE à 27	437 083,01	2,10

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

En termes de dépenses totales (publiques et privées), nous constatons que les États-Unis tiennent la tête de classement, consacrant 3,79 fois plus à la R&D que le Japon, 4,45 fois plus que l'Allemagne, 1,25 fois que la Chine et 1,5 fois plus que l'ensemble des pays de l'union européenne.

Le rapport DIRD/PIB est nettement plus fort au Japon (3,24 %) et en Allemagne (3,18 %) qu'aux États Unis (3,07 %) ou en Chine (0,48). Entre 2013 et 2019, le rapport DIRD/PIB de l'UE à 27 a augmenté de 1,98 % à 2,10 %, mais dans le cas des Etats-Unis, la hausse est nettement plus marquée, le rapport DIRD/PIB passe de 2,71 % à 3,07 %, alors que dans le cas du Japon le rapport a diminué de 3,40 % à 3,24 %.

2.3 Le nombre de chercheurs mobilisés dans la recherche et développement (R&D)

Le nombre de chercheurs mobilisé est parmi l'un des indicateurs de la R&D et de l'innovation technologique (OCDE, 2016). Nous allons découvrir ici l'intensité de cet indicateur dans le cas de la Chine comparativement aux pays développés.

Tableau N° 4 : Indicateurs d'intensité de la R&D des pays développés

Pays	Nombre de chercheurs temps plein en 2019	Nombre de chercheurs temps pleins pour 1 million d'habitants en 2019
Chine	2 109 459	34
Etats-Unis	1 554 899	8
Japon	681 821	3
Allemagne	449 646	11
France	314 100	13

Royaume-Unis	317 472	14
Turquie	135 514	37
UE à 27	1 855 348	/

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

Concernant le nombre de chercheurs, c'est la Chine qui détient le plus grand nombre de chercheurs au monde devant les Etats Unis d'Amérique et l'union européenne. Le nombre de chercheurs en Chine est 1,35 fois plus élevé qu'aux Etats-Unis d'Amérique, 3,09 fois plus élevé qu'au Japon, 4,69 fois plus que l'Allemagne, 6,72 fois plus que la France, 6,64 fois plus que le Royaume-Unis, 15,56 fois plus que la Turquie et 1,13 fois plus que l'UE à 27.

Cependant, concernant le rapport du nombre de chercheur pour 1 million d'habitants, la Chine est devancée par les Etats-Unis d'Amérique et l'union européenne.

2.4 L'intensité de la dépense en R&D des entreprises

A l'ère de l'économie fondée sur la connaissance, la recherche scientifique n'est plus l'apanage des universités (OCDE, 2016). Pour demeurer concurrente et garantir ses parts de marché, l'entreprise a pris à bras le corps l'activité de la recherche développement en recrutant un personnel hautement qualifié. Ainsi, le nombre de chercheurs mobilisé dans la R&D figure parmi l'un des indicateurs de la R&D et de l'innovation technologique (OCDE, 2016). Nous allons découvrir ici l'intensité de cet indicateur dans le cas de la Chine comparativement aux pays développés.

En termes de dépenses intérieures de R&D des entreprises (DIRDE) dans le produit intérieur brut (PIBM) les entreprises japonaises détiennent la tête de classement. Les entreprises chinoises sont devancées par les entreprises japonaises de 1,35% et les entreprises américaines de 1,09 %.

Cependant, en terme de variation du pourcentage de la DIRD des entreprises dans PIB entre 2013 et 2019, ce sont les entreprises Chinoises (+ 0,21 %) qui détiennent la tête du classement mondial en devant les entreprises américaines (+ 0,20), les entreprises japonaises (+ 0,06) et les entreprises européennes (+0,11).

En termes de pourcentage de la DIRD financée par les entreprises en 2019, les entreprises japonaises détiennent la tête de classement devant légèrement les entreprises chinoises de 2,65 %. Les entreprises chinoises viennent en second position devant les entreprises américaines de 13,14% et les entreprises européennes (U-E à 27) de 17,69 %.

2.5 L'exportation de biens intensifs en connaissance

L'exportation de biens intensifs en connaissance est parmi l'un des indicateurs de la R&D et de l'innovation technologique(OCDE, 2016). Nous allons découvrir ici l'intensité de cet indicateur dans le cas de la Chine comparativement aux pays développés.

Tableau N° 5 : Exportation de haute et moyenne-haute technologie *

Pays	Exportations de haute technologie en 2019 (Milliards de Dollar PPA courants)	Classement mondial de 2019 des pays exportateurs de produits de haute technologie	Variation des exportations de haute technologie entre 2010 et 2019 (Milliards de Dollar PPA courants)
Chine	715,84	01	+ 241,32
Allemagne	208,67	03	+ 28,15
États-Unis	156,07	04	- 12,87
France	120,89	07	+ 14,46
Japon	104,04	08	+ 26,15
Royaume Unis	78,17	22	+ 10,14
Mexique	75,24	13	+ 25,95
Turquie	04,30	38	+02,09

(*) Les exportations de haute technologie sont des produits à forte intensité de R&D, tels que l'aérospatiale, les ordinateurs, les produits pharmaceutiques, les instruments scientifiques et les machines électriques. Les données sont en dollars américains courants.

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

Concernant les exportations de haute technologie, la Chine a affirmé encore une fois son hégémonie mondiale en détenant la tête du classement mondiale. La Chine a largement devancée les Etats-Unis d'Amérique de 559,77 milliards, le Japon de 611.8 milliards et l'Allemagne, qui détient auparavant la tête du classement mondial, de 507,17 milliards.

L'Allemagne a augmenté sa part entre 2010 et 2020 au détriment des pays développés, en particuliers des États Unis et de Japon, alors que ce dernier accroît nettement son effort dans cette période. En revanche, la France et le Royaume Unis dont les investissements en R&D sont inférieur à ceux de l'Allemagne ont effectivement des parts de marché deux fois et demi à trois fois plus petite que l'Allemagne et ces parts progressent entre 2010 et 2020.

On remarque que le Mexique possède une part non négligeable dans les exportations de haute technologie et que cette part a augmenté dans la période étudié. Le rôle d'atelier d'assemblage de ce pays qui exporte des produits technologiques vers les États Unis explique en grande partie ce résultat et incite à prendre en compte le phénomène de multinationalisation des entreprises dans l'analyse des performances à l'exportation d'un pays.

2.6 Le nombre des publications scientifiques et techniques

Le nombre de publications scientifiques et techniques constituent l'indicateur par excellence de mesure des outputs d'innovation technologique. Ainsi, via la mobilisation de ce baromètre, nous pourrons s'offrir une appréciation de l'innovation technologique de la Chine comparativement aux pays développés. Pour situer la production scientifique en Chine, le tableau ci-dessous reprend les publications scientifiques durant la décennie 2010-2018.

Tableau N° 6 : Le nombre de publications scientifiques

Pays	Total des publications en 2010	Total des publications en 2018	Pourcentage dans le total des dépôts en 2018	Classement mondial de 2018
Chine	312 517	528 263	33,76 %	1
Etats-Unis	408 817	422 804	27,02 %	2
Japon	109 023	94 793	06,06 %	5
Allemagne	97 252	104 906	06,71 %	4
France	64 744	66 352	04,24 %	10
Royaume-Unis	91 792	97 681	06,24 %	6
Canada	56 293	59 968	03,83 %	12
Pays-Bas	29 239	30 457	01,95 %	18
Italie	54 651	71 240	04,55 %	8
Espagne	48 989	54 537	03,49 %	13
Turquie	26 487	33 536	02,14 %	17

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

En termes du nombre de publications scientifiques, la Chine est le pays qui dispose le plus de publications au monde en 2018, accaparant 30 % du total des publications des pays étudiés. La Chine a devancée les Etats-Unis d'Amérique de 1,24 fois, le Japon de 5,57 fois, l'Allemagne de 5,03 fois. L'hégémonie scientifique de la Chine est confirmée par son classement mondial, dans lequel nous retrouvons la Chine dans la première position. Cependant, les Pays-Bas, la Turquie et l'Espagne figurent en dernières positions dans le classement mondial de l'innovation technologique.

Tableau N° 7 : Dynamique de la production scientifique

Pays	Taux de croissance des publications entre 2010 et 2018	Coefficient multiplicateur des publications
Chine	69,03 %	1,69
Etats-Unis	03,42 %	1,03
Japon	- 13,05 %	0,87
Allemagne	07,87 %	1,08
France	02,48 %	1,02
Royaume-Unis	06,42 %	1,06
Canada	06,53 %	1,07
Pays-Bas	04,17 %	1,04
Italie	30,35 %	1,30
Espagne	11,32 %	1,11
Turquie	26,61 %	1,27

Source : Établi par nous à base des données statistiques de l'OCDE (2021).

Concernant le taux de croissance des publications scientifiques entre 2010 et 2018, la Chine se trouve aussi en première position devançant tous les pays développés. Le nombre de publications scientifique en Chine a augmenté de 69,03 % entre 2010 et 2018 devançant les Etats Unis, le Japon et l'Allemagne. L'Italie et la Turquie se trouvent respectivement en deuxième et troisième position. Selon le coefficient multiplicateur le nombre de publication scientifiques en Chine a augmenté de 1,69 fois devançant tous les pays développés

3 Les facteurs à l'origine des hautes performances scientifiques et technologiques de la Chine

Les hautes performances technologiques de la Chine sont le produit de la conjonction de plusieurs facteurs économiques qui sont liés essentiellement à l'entreprise, à l'université, à la diaspora, aux IDE et au commerce extérieur. Nous allons expliquer la contribution de ces facteurs et leurs apports significatifs dans le développement technologique de la Chine.

3.1 L'apport des investissements directs étrangers (IDE) et du commerce international dans le transfert de technologie vers la Chine

Le commerce international a permis à la Chine d'accéder à la technologie étrangère à travers sa spécialisation dans le commerce d'assemblage. Les importations destinées à la transformation en vue de l'exportation est le principal canal de transfert de technologie, contribuant ainsi au rattrapage technologique rapide de la Chine (UNCTAD, 2021).

La Chine est qualifiée comme « l'atelier du monde ». Les produits intensifs en technologies, sont utilisés dans les industries de transformation et d'assemblage en vue de leur exportation vers les pays asiatiques, les Etats-Unis d'Amérique et l'Europe. Les pièces et composants (machines électriques, équipements de transport et instruments de précision) importés sont utilisés dans les industries de transformation. Les produits finis constitués de produits de haute technologie (tels que les machines et équipements, machines de bureau et ordinateurs, machines électriques, équipements radio et TV, instruments de précision et d'optique) sont ensuite exportés vers l'Asie, l'Europe et les Etats Unis. Le commerce d'assemblage a impacté les exportations chinoises qui sont devenues plus avancées sur le plan technologique (UNCTAD, 2021).

Les opérations d'assemblage (industrie d'assemblage) effectuées par les entreprises chinoises ont considérablement contribué à la modernisation technologique des entreprises et de l'industrie chinoises en augmentant leurs capacités d'absorption et de maîtrise des technologies importées (UNCTAD, 2021).

Le commerce d'assemblage a été encouragé par une politique commerciale sélective accordant des tarifs préférentiels, du traitement au montage, les exonérations tarifaires (la réduction des barrières tarifaires et non tarifaires), le traitement fiscal préférentiel dont bénéficient les filiales étrangères exerçant dans les zones franches. La disponibilité de la main d'œuvre et sa spécialisation internationale a aussi un rôle dans le processus de transfert de technologie vers la Chine.

Après le commerce international, c'est les IDE qui ont contribué significativement au transfert de technologie vers la Chine. La Chine est le 2^{ème} pays le plus attractif des flux mondiaux des IDE après les Etats-Unis d'Amérique (UNCTAD, 2021). Les firmes multinationales sont attirées depuis les années 80 par l'avantage de faible coût de la main-d'œuvre chinoise (dans la production à forte intensité de main-d'œuvre) et par les incitations économiques (traitement fiscal préférentiel, zones économiques côtières...) (Young & Lan, 1997).

Les « joint-ventures » est le canal par lequel est opéré le transfert de technologie vers la Chine. Les joint-ventures européennes et américaines ont participé significativement au transfert de technologie vers la Chine notamment dans les secteurs de haute technologie. Les joint-ventures asiatiques (Japon, Hong Kong Taiwan) ont aussi participé à cette dynamique du transfert de technologie. D'ailleurs, environ un quart de leurs projets sont des investissements de haute technologie dans lesquels la transférabilité de la technologie est élevée (Young & Lan , 1997).

L'apport de la diaspora scientifique et technique chinoise est capital dans le transfert de la technologie vers la Chine. Une bonne partie des flux d'IDE à destination de la Chine sont des entreprises apparentant aux chinois expatriés qui sont établis dans la zone de l'OCDE. Selon OIFC (*Overseas Indian Facilitation Center*), la part des investissements des membres de la diaspora chinoise durant la période 1991-2003, a dépassé 50 % du volume total des IDE en Chine (Smart & Jinn-Yuh , 2004). Maintenant, expliquons comment la technologie est transférée à travers ces joint-ventures?

Le transfert de technologie est effectué via des mécanismes économiques et manageriels. Dans les mécanismes économiques la technologie est transférée grâce à l'introduction par investisseurs étrangers de nouveaux matériaux de production (nouveaux produits et fourniture d'équipements, manuels d'utilisation, normes de production, brevets et autres savoir-faire); Le transfert de compétences d'exploitation et de maintenance est opéré à travers la formation du personnel local chinois par les ingénieurs et les techniciens étrangers au cours de processus de production (Young & Lan , 1997). Dans les mécanismes manageriels (organisationnels) la technologie est transférée grâce à l'introduction par les investisseurs étrangers de nouveaux matériaux d'organisation comme les équipements de bureau et les équipements de télécommunication, l'introduction de nouvelles connaissances sur la gestion du personnel, les normes comptables et le contrôle qualité. Les entreprises locales ont reçu des informations stratégiques, par exemple des plans stratégiques, des analyses de marché, des données de réseau international. Le personnel local a bénéficié du transfert de logiciels d'organisation, principalement en gestion et en marketing (Young & Lan , 1997).

3.2 La mobilisation du capital humain hautement qualifié par les entreprises

Selon les indicateurs du capital humain impliqué en entreprise de l'UNESCO (2021), la Chine dispose de hautes performances par rapport aux pays développés. Le tableau ci-dessous montre les performances en capital humain des entreprises chinoises comparativement aux pays développés.

En termes du personnel total de R&D équivalent plein temps impliqué en entreprises en 2019, les entreprises chinoises figurent en première position. Les entreprises chinoises ont devancées les entreprises américaines de 2,32 fois, les entreprises japonaises de 5,60 fois, les entreprises allemandes de 7,59 fois.

Nous retrouvons aussi le même constat concernant le nombre de chercheurs équivalent plein temps impliqué par les entreprises en 2019, dans lequel nous retrouvons la Chine en première positions devançant tous les pays développés. Selon Les statistiques de l'UNESCO (2021) 78,16 % du total des chercheurs en Chine se trouvent dans le secteur privé (entreprises).

Tableau N°8 : Capital humain impliqué par les entreprises en 2019

Pays	Personnel total de R&D équivalent plein temps (EPT) en entreprises	Nombre de chercheurs en entreprises
Chine	3 424 779	1 143 156
Etats-Unis	1 475 000	1023000
Japon	611 500	504 746
Allemagne	451 057	261 634
France	451423	190 891
Royaume-Unis	469 647	125 563
Canada	229 170	90 040
Pays-Bas	157 389	66 946
Italie	311 734	60 912
Espagne	225 696	54 360
Turquie	87 918	62 305
Mexique	65 823	14 499

Source : Établi par l'auteur à base des données statistiques de l'UNESCO (2021)

Le haut classement de la Chine, en matière de mobilisation des chercheurs par les entreprises, est expliqué par plusieurs raisons. Le secteur industriel a recruté un nombre très important de chercheurs et d'ingénieurs qui peuvent mener les activités de la R&D industrielle ; les interactions sont fréquentes entre les universités et les entreprises chinoises ; la présence des institutions de médiation entre l'entreprise et l'université qui ont facilité les relations fréquentes entre la recherche et l'industrie.

3.3 La coopération entre le monde scientifique et le monde productif

La Chine est dotée depuis les années 90 d'un système national d'innovation (SNI) intégré qui s'appuie sur la l'interaction de plusieurs acteurs d'innovation (universités, entreprises, gouvernement, administration locales, etc.). Cette interaction est à l'origine de la coopération entre le monde scientifique et le monde productif, qui a par conséquent introduit le pays dans l'ère des économies fondées sur la connaissance.

Pour accompagner la PME, la recherche publique en Chine, est orientée vers les segments industriels. Une fois cette recherche est finalisée, les entreprises privées sont fortement incitées à appliquer dans la production industrielle les technologies développées par les établissements de la recherche publique. La recherche publique en Chine est réinvestie dans les PME souvent lancées par/ou avec des universitaires (Bironneau, 2012).

La recherche publique en Chine est à l'origine de l'émergence de firmes multinationales chinoises, « *la quasi-totalité des entreprises chinoises connues mondialement comme Haier, Lenovo, Huawei et autres champions sont des anciennes entreprises publiques* » (Rigas et Wei, 2012 ; p. 97). Ces PME ont commencé petites et elles sont devenues grandes grâce à l'appui de la recherche publique, qui les a accompagné durant leurs cycle de croissance, « *ces entreprises ont bénéficié de technologies, R&D et main-d'œuvre qualifiée disponible dans des instituts techniques ou des centres de recherche industrielle de l'État* » (Arvantis & Wei, 2012, p. 100).

La coopération scientifique entre l'université et l'entreprise est mobilisée aussi en Chine, à tel point que pour appuyer l'innovation, il arrive même que les « *technologies développées dans des laboratoires publics ou universitaires soient utilisées par des start-up sans que cette utilisation ne fasse l'objet d'un contrat* » (Bironneau, 2012, p. 100).

3.4 Le rôle des universités chinoises dans le développement technologique

Les universités ont un rôle capital dans les hautes performances technologiques chinoises à travers l'orientation de la recherche universitaire vers l'innovation industrielle. Le système universitaire chinois incite fortement au dépôt de brevets d'invention (Chen, Patton, & Kenney, 2016). Comme le montre le tableau ci-dessous, les 10 premières universités chinoises totalisent un nombre de 4802 brevets déposés, en 2006, ce qui témoigne de leur activité inventive.

Pour aller plus loin, la Chine a sélectionné une centaine d'établissements d'enseignement supérieur parmi les 1800 universités chinoises et vise à porter 20 des établissements sélectionnés à un niveau d'excellence mondiale. Cette volonté de la Chine se traduit par le renforcement de la capacité à innover dans les universités pionnières chinoises.

Tableau N° 9 : Dépôt de brevets des dix premières universités en Chine en 2006

Universités	Nombre de brevets
Université de Zhejiang	1 476
Université de Tsinghua	909
Université de Shanghai Jiao Tong	875
Université du Sud Est	569
Université de Technologie Chine du Sud	512
Institut de Technologie de Harbin	432
Université de Tianjin	411
Université d'Aéronautique et d'Astronautique de Beijing	376
Université de Fudan	365
Université du Sichuan	353
Total des dépôts	4 802

Source : établi par nous à partir des statistiques de l'OCDE, (2008).

Les entreprises créées par les chercheurs universitaires chinois ont aussi un apport capital dans les hautes performances technologiques chinoises. L'étude de Lundvall et Shulin (2012), rapporte que dans le cadre de la réforme de système de recherche et d'innovation, en Chine, en vigueur depuis 1985, l'accent est mis sur les institutions de recherche notamment les universités qui fondent leurs propres entreprises. La Chine a emporté avec succès le sésame de l'entreprise universitaire, « *Lenovo, l'entreprise qui a racheté la division d'ordinateurs personnels d'IBM, est un exemple de la façon dont les universités et instituts de recherche chinois ont créé avec succès des entreprises de classe mondiale (elles peuvent être désignées sous le nom de spin-on plutôt que de spin-off)* » (Lundvall & Shulin, 2012, p. 220).

Pour consolider son système d'innovation la réforme scientifique et technologique des années 2000 en Chine, a touché 1 200 institutions de recherche « *trois cents avaient fusionné avec les entreprises de production, six cents avaient été transformées en entreprises orientées vers le marché et une minorité avait été intégrée dans une université* » (Lundvall & Shulin, 2012, p. 220). La vague des réformes de recherche et d'innovation, menée durant les années 2000, en Chine, a

tiré des leçons du passé, « *la fusion des établissements avec des entreprises productives et la création de spin-off d'universités, qui, à l'origine, n'étaient que des exceptions, ont progressivement été reconnues et présentées comme une nouvelle norme légitime à imiter* » (Lundvall & Shulin, 2012, p. 221).

3.5 Le rôle de la diaspora scientifique et technique chinoise dans le développement technologique de la Chine

La Chine a mobilisé sa diaspora dans le transfert de technologie. L'apport des diasporas scientifiques et techniques chinoise a pris plusieurs formes. La diaspora du savoir est impliquée dans la formation du capital humain en Chine à travers la participation dans l'établissement de manuels et de programmes d'enseignement et de formation. La diaspora offre aussi le conseil et d'expertise aux entreprises et aux institutions et participe à l'animation et à l'évaluation de projets innovants dans le pays d'origine. Pour rapprocher le capital humain hautement qualifié expatrié des entreprises et des institutions chinoises, la diaspora collecte, gère et mis en circulation des informations sur les compétences des membres de la diaspora scientifique et technique afin de permettre aux entreprises et aux institutions établis en Chine de trouver les personnes hautement qualifiées pour superviser leurs projets innovants (le réseau SANSA⁵ offre par exemple la possibilité de prospection précise à distance dans des domaine de haute technologie)(OCDE, 2008).

La diaspora chinoise participe aussi à la veille technologique des entreprises et des institutions en Chine à travers le transfert d'informations (connaissances, savoir) et d'équipements scientifiques et technologiques vers la Chine, tout comme elle contribue à la construction des infrastructures scientifiques et techniques en Chine, notamment les équipements informatiques et communicationnels, les ressources documentaires et les bibliothèques (OCDE, 2008).

Si la Chine a réussi à capter les talents et les ressources de sa diaspora, cela est rendu possible grâce aux politiques scientifiques et technologiques chinoises visant le développement technologique de la Chine. Ces politiques ont incité et impliqué la diaspora dans l'investissement, l'éducation, la promotion de la science et de la technologie, l'édification des infrastructures. La Chine s'efforce depuis quelques années à inciter les entrepreneurs et compétences hautement qualifiés de la diaspora à lancer des activités dans leur pays d'origine. La Chine a facilité le transfert des compétences et fait en sorte que les institutions nationales scientifiques et d'affaires se rapprochent des institutions spécialisées dans les pays d'accueil (Elie, Lieber , & Lutringer, 2011).

⁵SANSA est l'un des célèbres réseaux de la diaspora chinoise regroupant notamment la diaspora scientifique et technique. Les réseaux d'échange de connaissances et la transmission de technologie ont un poids capital dans le transfert de la technologie vers la Chine.

4 Conclusion

4.1 Principales conclusions de l'article

Au terme de cette réflexion, nous avons constaté que l'avènement de la Chine dans les réseaux mondiaux de la R&D et d'innovation redessiner la carte mondiale de la technologie. La Chine est désormais devenue une puissance technologique qui rivalise avec les pays développés. Les performances de la Chine sont supérieures à celles des pays développés. La Chine détient désormais la tête du classement mondial en nombre de chercheurs impliqués dans la R&D, en nombre de publications scientifiques et dans les exportations de haute technologie en évinçant les Etats Unis d'Amérique , l'Allemagne et le Japon qui étaient auparavant des leaders technologiques du monde.

Au terme de notre étude, nous avons constaté que les hautes performances technologiques de la Chine s'expliquent via les facteurs microéconomiques relatifs à l'apport de la diaspora, le rôle des entreprises innovantes et l'apport de recherche universitaire; et via les facteurs macroéconomiques en relation avec le système d'innovation chinois, les IDE et le commerce extérieur.

La diaspora scientifique et technique chinoise a joué un rôle capital dans le développement technologique de la Chine à travers le transfert de la technologie des pays développés vers la Chine. La diaspora est impliquée via sa participation dans la formation et l'enseignement, l'investissement innovant, la promotion de la science et de la technologie à travers la veille technologique et l'édification d'infrastructures scientifiques et techniques en Chine.

A travers le canal des « joint-ventures » les IDE ont participé significativement au transfert de technologie vers la Chine. Le personnel local chinois a bénéficié des mécanismes économiques et organisationnels mobilisés par les ingénieurs et techniciens étrangers dans lesquels la transférabilité de la technologie est élevée.

Enfin, le commerce international a permis aussi à la Chine d'accéder à la technologie étrangère. Les importations destinées à la transformation en vue de l'exportation sont aussi à l'origine de son rattrapage technologique (rapide) et le principal canal de transfert de technologie vers la Chine. Les opérations d'assemblage (industrie d'assemblage) effectuées par les entreprises chinoises ont considérablement contribué à la modernisation technologique des entreprises et de l'industrie chinoises en augmentant leurs capacités d'absorption et de maîtrise des technologies importées.

4.2 Suggestions et recommandations

L'expérience chinoise de développement scientifique et technologique peut servir de modèle pour les pays en voie de développement. Au terme de notre étude, nous avons formulé quelques recommandations qui peuvent améliorer les performances des pays en développement. L'expérience technologique chinoise peut inspirer les politiques scientifiques et technologiques des pays en développement à plus d'un titre pour rattraper le retard qu'accusent ces pays en matière d'innovation.

En matière de recherche scientifique et technologique les efforts doivent être multipliés, en augmentant les dépenses de recherche, le nombre de chercheurs...Le partenariat université-

industrie peut impacter positivement et significativement les performances technologiques des pays en développement notamment le nombre de brevets, l'exportation de haute technologie comme il a été observé en Allemagne et Japon (en 1950), au Singapour (en 1960), en Chine (en 1970), chez les bébés tigres (en 1980), en Inde (en 1990), en Turquie et Brésil (en 2000).

La mobilisation de la recherche universitaire est d'une actualité percutante, elle permettra aussi d'apporter de nouvelles solutions aux problèmes posés par l'économie nationale. Toute université est appelée aussi à s'impliquer dans les problématiques exprimés par son territoire pour réussir la jonction entre la recherche universitaire et l'innovation industriel territorialisée (territoires concernés).

4.3 Perspectives de recherche

Au terme de notre étude, nous avons formulé quelques pistes de recherche qui peuvent apporter plus d'éclaircissements aux sujets liée aux performances technologiques de la Chine: Une étude comparative des systèmes de recherche et d'innovation technologique des pays développés et de la Chine peut donner plus de détails sur le développement technologique de la Chine; L'étude comparative des brevets d'invention entre la Chine et les Etats Unis d'Amérique est une piste de recherche intéressante à plus d'un titre, elle peut donner plus de détails sur les l'hégémonie technologie mondiale.

5. Liste bibliographique

Livres :

- Arvantis, R., & Wei, Z. (2012). Les politiques parallèles du développement industriel en Chine. Dans R. Bironneau, & Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P), "Académique". (Éd.), *China Innovation Inc* (pp. 87-116). Paris.
- Bironneau, R. (2012). Le système d'innovation chinois. Dans R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 181-212). Paris: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P) "Académique".
- Lundvall, B.-A., & Shulin, G. (2012). Le cheminement de la Chine vers l'innovation endogène et la croissance économique. Dans R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 213-234). Paris, France: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P).

Article de Journal :

- Chen, A., Patton, D., & Kenney, M. (2016). University technology transfer in China. A literature review and taxonomy. *The journal of technology transfert*, 41(5), 891-929.
- Smart, A., & Jinn-Yuh , H. (2004). The chinese diaspora, foreign investment and economic development in China. *The Review of International Affaires*, 3(4), 544-566.
- Elie, J., Lieber , M., & Lutringer, C. (2011). Migration et développement: les politiques de la Chine et de l'Inde à l'égard de leurs communautés d'outre-mer. *Revue Evolutions des politiques de développement*, 2(2011), 215-230.

- Arvantis, R., & Wei, Z. (2012). Les politiques parallèles du développement industriel en Chine. In R. Bironneau, & Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P), "Académique". (Ed.), *China Innovation Inc* (pp. 87-116). Paris.
- Bironneau, R. (2012). Le système d'innovation chinois. In R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 181-212). Paris: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P) "Académique".
- Chen, A., Patton, D., & Kenney, M. (2016). University technology transfer in China. A literature review and taxonomy. *The journal of technology transfert*, 41(5), 891-929.
- Lemoine, F., & Ünal-Kesenci, D. (2004). Assembly trade and technology transfer: The case of China. *World Developmnet*, 829-850.
- Lundvall, B.-A., & Shulin, G. (2012). Le cheminement de la Chine vers l'innovation endogène et la croissance économique. In R. Bironneau, *China innovation Inc* (pp. 213-234). Paris, France: Presse de Sciences Po (P.F.N.S.P).
- OCDE. (2008). *Perspectives des migrations internationales*. Paris: OCDE.
- OCDE. (2016). *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2015*.
- OMPI. (2021, Juin 30). (OMPI, Editor) Retrieved from www.wipo.int/portal/fr/
- Smart, A., & Jinn-Yuh , H. (2004). The chinese diaspora, foreign investment and economic development in China. *The Review of International Affaires*, 3(4), 544-566.
- UNCTAD. (2021). *Trade and development, report 2021*. New York: United Nations.
- UNCTAD. (2021). *World investment report 2021*. New York: United Nations.
- Welch, A., & Hao, J. (2013). Returnees and diaspora as source of innovation in chinese heigher education. *Frontiers of Education in China*, 8(2), 214-238.
- Young , S., & Lan , P. (1997). Technology transfer to China through Foreign Direct Investment. *Regional Studies*, 31(7), 669-679.

Sites web:

- OMPI. (2021, Juin 30). *Brevets d'invention*. (OMPI, Editor) Retrieved Juin 25, 2021, from www.wipo.int/portal/fr/