



Partie du **Papyrus mathématique Rhind** (du nom de son détenteur). L'auteur en est le scribe **Ahmès**, environ 1650 avant notre ère (période du Moyen Empire égyptien). Les dimensions actuelles du Papyrus Rhind sont 40 cm en largeur, et 513 cm en longueur. Il comporte près d'une centaine de problèmes mathématiques avec leurs solutions. (Source : Gay Robins and Charles Shute, *The Rhind Mathematical Papyrus*, British Museum Press, 1998).

# ☐ La recherche scientifique et technologique africaine<sup>1</sup>

Cheikh M'Backé DIOP

**Résumé :** Cette communication présente en premier lieu, à partir des travaux de Cheikh Anta Diop, un aperçu de l'apport de l'Afrique à l'humanité au temps des pharaons. Dans sa seconde partie elle dégage **une vue synthétique de l'état de la recherche scientifique et technologique africaine actuelle** puis compare quelques indicateurs de l'état de la recherche africaine à ceux de la recherche dans les **autres ensembles continentaux** afin de mieux faire ressortir les **enjeux vitaux** qui y sont associés. Elle propose des axes de travail visant à contribuer à la mise en place d'une roadmap de la recherche africaine propre à lui conférer le rôle central qu'elle doit jouer pour reconstruire l'Afrique.

**Summary:** In a first part this paper gives an overview on the African contribution to the Mankind in the time of the Pharaohs, from Cheikh Anta Diop's work. Starting with an overview of the current state of African scientific and technological research, this paper uses a select range of indices for comparing the status of research in Africa with that of research in other continental societies. After thus highlighting the vital stakes involved, it proposes a series of guidelines constituting a draft roadmap for African research, designed to help it play its rightful, central role in the reconstruction of Africa.

## I. Aperçu historique de l'apport de l'Afrique à l'humanité à la lumière de l'œuvre de Cheikh Anta Diop

Un préjugé tenace, lié à l'histoire de ces cinq derniers siècles (traites esclavagistes, colonisation<sup>2</sup>), a donné de l'Afrique noire l'image d'un espace de tout temps arriéré, où la science, la technologie, la réflexion philosophique, ... étaient inconnues des autochtones avant le contact avec les Arabes et les Européens. Les travaux de préhistoriens, d'historiens et de scientifiques, en particulier ceux de Cheikh Anta Diop<sup>3</sup>, ont rendu caduc ce présupposé idéologique, chargé et accompagné d'un cortège de violences symboliques

---

<sup>1</sup> La première partie de cet article est une reprise de "Un aperçu de l'apport de l'Afrique à l'Humanité au temps de l'Égypte ancienne", in *Ce que nous devons à l'Afrique*, ouvrage coordonné par Jean-Claude Duclos et Olivier Cogne, Patrimoine en Isère/Musée Dauphinois, 2010 ; la seconde partie a fait l'objet d'une communication de l'auteur, intitulée "La recherche scientifique et technologique africaine : état des lieux et axes de travail pour une roadmap", présentée dans le cadre de différents colloques : *Symposium de l'Union Africaine*, panel *Science-Technologie et Fédéralisme*, Dakar, juillet 2009 ; MSAS'2010, Bamako, août 2010 ; Black World Festival III, Dakar, décembre 2010.

<sup>2</sup> L. M. Diop, *Afrique noire – Démographie, sol et histoire*, Paris, Khepera/Présence Africaine, 1996.

<sup>3</sup> C. A. Diop, *Nations nègres et Culture*, Paris, Présence Africaine, 1954.

inouïes<sup>4</sup>. La paléontologie et l'archéologie, s'associant d'autres disciplines (méthodes de datations, génétique, ...), ont montré que l'Afrique est le berceau de l'humanité et que c'est sur ce continent que se sont manifestées les premières réalisations culturelles de l'*Homme moderne*.

Dans différents écrits, C. A. Diop restitue l'«*Apport de l'Afrique à la civilisation universelle*»<sup>5,6</sup>. Il distingue trois grandes périodes : de la haute préhistoire au début de l'écriture, puis l'Antiquité avec notamment l'Égypte pharaonique, civilisation négro-africaine<sup>7</sup>, et enfin la période allant approximativement du VII<sup>ème</sup> au XV<sup>ème</sup> siècle dans laquelle se situe l'apport de la *civilisation arabo-musulmane* à la *Renaissance européenne*.

Nous avons fait, ici, le choix de présenter de manière très succincte et sélective, par conséquent nécessairement simplifiée, la partie que Cheikh Anta Diop a consacré à l'apport de la civilisation égyptienne pharaonique dans les domaines des sciences, de la philosophie et de l'organisation politico-sociale, tout en faisant aussi référence à d'autres travaux.

### I.1. De la mesure du temps aux arts mathématiques

L'observation des astres a joué un rôle déterminant dans le processus d'élaboration d'une division du temps et de calendriers. C. A. Diop rappelle ainsi les trois calendriers, lunaire, solaire et sidéral inventés par les anciens Égyptiens et en décrit les spécificités.

Le plafond astronomique de la tombe de **Senmout**, architecte et intendant royal de la reine **Hatshepsout** (vers 1490 av. J.C.) en est un exemple<sup>8</sup>.

Le calendrier sidéral, fondé sur l'observation de l'étoile Sirius, a une périodicité de 1460 ans faisant remonter son invention au moins à 4236 av. J.C..

Le calendrier solaire égyptien, de 365 jours, est à l'origine de notre calendrier actuel. Les Égyptiens avaient constaté le décalage d'un quart de jour chaque année donnant aujourd'hui lieu à l'ajout d'un jour tous les quatre ans (année bissextile). Ce décalage était suivi par les Égyptiens sur la période de 1460 ans du calendrier sidéral à l'issue de laquelle ils ajoutaient une année !

Nous leur devons aussi la division du jour en 24 heures égales. Ils inventèrent des instruments de mesure du temps : la clepsydre et l'horloge à ombre.

L'observation du ciel a également savamment guidé l'orientation des monuments érigés par les ingénieurs égyptiens. La majestueuse architecture égyptienne, de Memphis à Abou

<sup>4</sup> Cf. en particulier les œuvres d'Aimé Césaire et de Frantz Fanon ainsi que Jacques Ruffié, *De la biologie à la Culture*, Paris, Flammarion, 1978, Théophile Obenga, *Cheikh Anta Diop, Volney et le Sphinx*, Paris, Présence Africaine, 1996, Rosa Amélia Plumelle-Urbe, *La Férocité blanche - Des non-Blancs aux non-Aryens : génocides occultés de 1492 à nos jours*, Paris, Éditions Albin Michel, 2001, *Traite des Blancs, Traite des Noirs - Aspects méconnus et conséquences actuelles*, Paris, L'Harmattan, 2008 ; Odile Tobner, *Du racisme français, Quatre siècles de négrophobie*, Paris, Les Arènes, 2007.

<sup>5</sup> C. A. Diop, *Civilisation ou Barbarie*, Paris, Présence Africaine, 1981.

<sup>6</sup> C. A. Diop, *Civilisation ou Barbarie*, Paris, Présence Africaine, 1981.

<sup>7</sup> Communication de C. A. Diop au Colloque *Centenaire de la Conférence de Berlin, 1884-1885*, Brazzaville 26 mars - 5 avril 1985, Présence africaine, Paris, 1987, pp. 41-71.

<sup>8</sup> T. Obenga, *Origine commune de l'égyptien ancien, du copte et des langues négro-africaines modernes. Introduction à la linguistique historique africaine*, Paris, L'Harmattan, 1993.

<sup>8</sup> Voir aussi, A. S. von Bomhard, *Le Calendrier égyptien, une œuvre d'éternité*, London, Periplus, 1999.

Simbel, du complexe funéraire du pharaon **Djoser** (vers 2670 av. J.C.) à Saqqarah, conçu par le vizir et savant polyvalent **Imhotep**<sup>9</sup>, au temple de Deir el-Bahari de la reine **Hatshepsout**, est l'une des manifestations concrètes des mathématiques égyptiennes.

Le philosophe grec **Aristote** (384-322 av. J.C.) écrit dans *Métaphysique* : “ ... C'est pourquoi les arts mathématiques sont nés d'abord en Égypte, car là-bas on avait laissé du loisir à la caste des prêtres ”<sup>10</sup>.

Les anciens Égyptiens ont élaboré des traités de mathématiques<sup>11</sup> parmi lesquels ceux remontant au Moyen Empire (environ 2000-1700 av. J.C.) comme le *papyrus de Moscou*, le *papyrus de Kahun*, le *papyrus de Berlin*, le *papyrus Rhind*, commentés par C. A. Diop dans *Civilisation ou Barbarie*.

Il en ressort les éléments suivants qui traduisent le caractère novateur et révolutionnaire des mathématiques égyptiennes replacées dans leur contexte historique :

- l'existence d'un vocabulaire désignant des êtres mathématiques : longueur (*aou*), hauteur (*meryt*), triangle (*sepedet*), sphère (*iner*), fraction (*er*) ...<sup>12</sup> ;
- la reconnaissance de divers types de nombres : entiers, pairs, impairs, premiers, rationnels (fractions), irrationnels : incommensurabilité de racine de 2 et du rapport de la circonférence du cercle à son diamètre (le nombre  $\pi$ )<sup>13</sup> ;
- l'utilisation de différents systèmes de numération : binaire, décimal ;
- l'utilisation d'opérations sur les nombres : addition, soustraction, multiplication, division, inverse, extraction d'une racine carrée<sup>14</sup> ;
- l'introduction d'une notation mathématique, par exemple pour écrire une fraction ;
- l'élaboration du concept de mesure : exemple de la définition d'un système d'unités de mesure cohérentes pour les longueurs, les surfaces et les volumes ; l'unité de longueur fondamentale qu'est la *coudée royale* vaut 52,36 cm<sup>15</sup>.
- la reconnaissance de propriétés mathématiques générales : proportionnalité, homothétie, commutativité, distributivité de la multiplication et de l'addition, ... ;
- l'élaboration de formules mathématiques générales exactes<sup>16</sup> qui en découlent : périmètres, aires (carré, rectangle, triangle, trapèze, cercle, cylindre, sphère), volumes (cube, parallélépipède, cylindre, pyramide), pente d'une pyramide<sup>17</sup>, résolution d'équations du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>ème</sup> degré (notion d'inconnue), somme de progressions géométriques, ... ;
- l'élaboration d'algorithmes ou techniques de calcul, de tables numériques dédiées aux applications pratiques : pavage, quadrature, décompositions des fractions en fractions de numérateur unitaire, représentation des nombres en base 2 pour la multiplication et la division, ... ;

<sup>9</sup> Il sera divinisé en raison de son génie.

<sup>10</sup> Aristote, *Métaphysique*, Livre A, 981b, 20, Paris, Flammarion, p. 74.

<sup>11</sup> Peu d'entre eux nous sont parvenus.

<sup>12</sup> T. Obenga, *La géométrie égyptienne*, Paris, Khepera/L'Harmattan, 1995.

<sup>13</sup> Cf. aussi Platon, *Les Lois*, Livre VII, Paris, Les Belles Lettres, pp. 56-59 ; L'Égypte fait découvrir à Platon la notion d'incommensurabilité : “Les rapports mutuels entre commensurables et incommensurables et la nature de ces rapports. C'est cela qu'il faut examiner sous peine d'être absolument nul”.

<sup>14</sup> J. P. Fougain, “L'arithmétique en Afrique noire pharaonique : les duplications d'Ahmès”, *Revue d'Égyptologie et des Civilisations africaines*, ANKH n°16, année 2007, pp. 152-185.

<sup>15</sup> R. J. Gillings, *Mathematics in the time of Pharaohs*, New York, Dover Publications, Inc, 1972, p. 220.

<sup>16</sup> O. Gillain, *La Science égyptienne – L'arithmétique au Moyen Empire*, Bruxelles, Éd. de la Fondation de la Reine Élisabeth, 1927 ; P. K. Adjmagbo, C. M. Diop, “Sur la mesure du cercle et de la sphère en Égypte ancienne”, *ANKH* n° 4/5, 1995-1996, pp. 222-245.

<sup>17</sup> S. Fargeot, *De la pente des pyramides*, IREM de Toulouse, Université Paul Sabatier, 1995.

- la production de recueils de problèmes avec exposé du problème, de sa résolution : démonstration et preuve ;
- l'invention d'instruments de mesure dont certains sont encore en usage aujourd'hui : la règle, l'équerre, la balance, ...

Le titre du *papyrus Rhind*<sup>18</sup>, écrit par le scribe mathématicien égyptien **Ahmès**, "*Méthode correcte d'investigation (dans) la nature pour connaître tout ce qui existe, chaque mystère, tous les secrets*" reflète cet événement majeur dans l'histoire de la pensée scientifique, sur le continent africain : la découverte de la possibilité pour l'esprit humain de connaître la Nature grâce à l'investigation mathématique.

Plus de mille ans après, des Grecs intellectuellement curieux et persévérants comme **Thalès**, **Pythagore**, **Platon**, **Aristote**, ..., vinrent acquérir en Égypte (séjour de 22 ans pour **Pythagore**, 13 ans pour **Platon**) une formation scientifique et philosophique<sup>19</sup>.

Les sources documentaires existantes (papyrus mathématiques égyptiens, écrits de **Jamblique**, ...) montrent que sont abusivement attribués à **Thalès** et à **Pythagore** des résultats mathématiques qui leur sont antérieurs de plus de mille ans ! Le chapitre XI intitulé "Transmission des valeurs culturelles et des connaissances d'Égypte en Grèce et de la Grèce au Monde" d'*Antériorité des civilisations nègres – Mythe ou vérité historique ?* (1967) de C. A. Diop a ouvert la voie à une recherche épistémologique renouvelée dans ce domaine.

**Jean-François Champollion** (1790-1832), le génial déchiffreur de l'écriture égyptienne pharaonique, avait déjà souligné que "*L'interprétation des monuments de l'Égypte mettra encore mieux en évidence l'origine égyptienne des sciences et des principales doctrines philosophiques de la Grèce*"<sup>20</sup>.

## I.2. Les cosmogonies égyptiennes à la source de la philosophie grecque

Les sources écrites et architecturales (*Textes des Pyramides*, *Textes des Sarcophages*, *Stèle de Shabaka*, ...) montrent en effet que les Égyptiens avaient élaboré des systèmes cosmogoniques d'explication de l'origine de l'univers<sup>21</sup>. On en identifie trois principaux : le système *hermopolitain*, le système *héliopolitain*, le système *memphite*. Ainsi, dans la cosmogonie *héliopolitaine* des prêtres de la ville d'Héliopolis en Égypte :

- l'univers émerge d'une matière incréée inorganisée, le *noun* ("eaux primordiales") qui contient les êtres à l'état potentiel ;
- cette matière comporte un principe d'évolution, de transformation, le *kheper*. Loi du devenir, le *kheper* permet aux êtres potentiels de "venir à l'existence" ;

<sup>18</sup> G. Robins, C. Shute, *The Rhind Mathematical Papyrus, an ancient Egyptian text*, London, British Museum Press, 1987.

<sup>19</sup> T. Obenga, *L'Égypte, la Grèce et l'École d'Alexandrie – Histoire interculturelle dans l'Antiquité – Aux sources égyptiennes de la philosophie grecque*, Paris, Khepera/L'Harmattan, 2005 ; S. Sauneron, *Les prêtres de l'ancienne Égypte*, Paris, Perséa, 1988.

<sup>20</sup> Cf. Discours inaugural de J.-F. Champollion introduisant son cours sur *la Grammaire égyptienne* au Collège royal de France, le 10 mai 1831.

<sup>21</sup> T. Obenga, *La philosophie africaine de la période pharaonique, 2780-330 avant notre ère*, Paris, L'Harmattan, 1990 ; Y. Somet, *L'Afrique dans la philosophie – Introduction à la philosophie africaine pharaonique*, Paris, Khepera, 2005.

- **Ra**, Dieu autogène, émerge du *noun* comme matière prenant conscience d'elle-même ; il achève la création par le *Verbe*, créant la *Grande Énnéade* formée de trois couples divins et d'une triade : [**Shou** (l'air), **Tefnout** (l'humide)], [**Geb** (la terre), **Nout** (le ciel : lumière, feu)], [**Seth**, **Nephtys** – le couple stérile], [(**Osiris**, **Isis** – le couple fécond), **Horus** (l'enfant du couple)].

C. A. Diop met en évidence les composantes matérialiste, idéaliste (au sens philosophique de ces termes), et religieuse des cosmogonies égyptiennes.

Les composantes matérialiste et idéaliste sont à la base des conceptions du monde et de l'Être professées par différents philosophes grecs : **Thalès**, **Anaximandre**, **Héraclite**, ... soutiennent des théories sur la constitution de l'univers à partir des quatre éléments l'air, l'eau, la terre et le feu tirées de la *cosmogonie héliopolitaine*.

Plus tard, **Platon** et **Aristote** s'inspirent des cosmogonies héliopolitaine et hermopolitaine. Le *Créateur* du monde de **Platon** (cf. le *Timée*) est très semblable au Dieu **Ra**. La dialectique d'**Aristote** renvoie à la *cosmogonie hermopolitaine* : (*kouk* et *kouket*) = (les ténèbres et la lumière), (*noun* et *nounet*) = (la matière et le néant), (*Heh* et *Hehet*) = (l'infini et le fini), (*niaou* et *niaounet*) = (le vide et le plein).

La composante religieuse est, quant à elle, à l'origine des religions dites révélées : *Judaïsme*, *Christianisme*<sup>22</sup> et *Islam*. Le *logos* grec ou le *Verbe* des religions révélées sont l'écho de la parole du Démonstrateur **Ra**. Le mythe d'**Osiris**, dieu rédempteur, ressuscitant pour sauver l'humanité, les rituels et textes moraux du *Livre des morts*<sup>23</sup>, *l'Enfer*, représenté dans la tombe du pharaon **Sethi I<sup>er</sup>** (vers 1290 av. J.C.), se retrouvent sous formes diverses dans les trois religions précitées.

### I.3. La conception de l'État

L'État pharaonique est caractérisé par une puissante idéologie unificatrice fondée sur la *Maât*<sup>24</sup>, une utilisation généralisée de l'écriture (apparaissant vers 3300 av. J.C.<sup>25</sup>), un corps de fonctionnaires chargés d'administrer et de gérer le pays, une élite multi-compétences d'un très haut niveau intellectuel<sup>26</sup>, un mode de production économique non esclavagiste, ...

C. A. Diop montre que ce modèle de société africain a influencé les peuples entrés en contact avec l'Égypte ancienne, notamment ceux des pays méditerranéens. **Solon**<sup>17</sup> se rend en Égypte en vue de choisir les institutions les plus appropriées pour Athènes. La symbolique de la puissance de la monarchie pharaonique est présente au Moyen-Âge dans la royauté française comme l'illustre une enluminure de "**Philippe le Bel** trônant" sur laquelle deux têtes de lion encadrent son siège, réminiscence du trône royal égyptien à l'image de celui du pharaon **Toutankhamon**<sup>27</sup>.

<sup>22</sup> T. Obenga, "La déesse Isis et son Odyssée en Europe occidentale", *ANKH* n°17, 2008, pp. 86-130 ; C. Desroches-Noblecourt, *Le fabuleux héritage de l'Égypte*, Paris, Pocket, 2006.

<sup>23</sup> *The Egyptian book of the dead – The book of going forth by day, The Papyrus, of Ani*, translation R. Faulkner, San -Francisco, Chronicle Book, 1994. Cf. chap. 125.

<sup>24</sup> B. Menu, *Égypte pharaonique - Nouvelles recherches sur l'histoire juridique, économique et sociale de l'ancienne Égypte*, Paris, L'Harmattan, 2004.

<sup>25</sup> G. Bréand et al., *Aux origines de Pharaon*, CERDAC, 2009.

<sup>26</sup> Y. Somet, "Le Scribe en Égypte ancienne", *ANKH* n° 16, 2007, pp. 28-42.

<sup>27</sup> C. Desroches-Noblecourt, *op. cit.*, pp. 44-45.



#### I.4. Perspectives de la recherche historique

Depuis la plus haute préhistoire, l’Afrique a apporté à l’humanité des savoir-faire, des techniques, des connaissances scientifiques, des formes organisationnelles élaborées. Le site de Blombos en Afrique du Sud a livré des artefacts, datés de 77000 ans<sup>28</sup> et 100 000<sup>29</sup> ans, significatifs de l’émergence de la pensée symbolique de l’*Homme moderne*; découvert à Lebombo, en Zambie, un péroné de babouin marqué de 29 encoches, vieux de 35000 ans, est considéré comme un tout premier témoignage de calcul numérique<sup>30</sup>; d’autres os plus savamment entaillés ont été exhumés près du village d’Ishango, en Afrique Centrale, qui datent d’environ 25000 ans<sup>31</sup>; au Mali, le site d’Ounjougou révèle l’une des plus anciennes céramiques connues au monde (11500 ans)<sup>32</sup>; la métallurgie du fer africaine est inventée dans le courant du 3<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère<sup>33</sup>.

À la suite de l’Égypte pharaonique, Kerma, Méroé, Axoum, Engarouka, Kilwa, Zimbabwe, Nok, Ife, Djénno-Djenné, Bandiagara<sup>34</sup>, Tombouctou, Kongo, Loropéni, etc. émergent dans le champ d’une recherche historique renouvelée...<sup>35</sup>

Une exposition, intitulée “*Apport de l’Afrique noire au développement des sciences et des techniques – Continent et Diaspora*”, sur la période allant de la haute-préhistoire au 16<sup>ème</sup> siècle, a été présentée dans le cadre du 3<sup>ème</sup> Festival Mondial des Arts Nègres à Dakar au mois de décembre 2010 (cf. affiche de l’exposition en fin d’article).

À partir du 16<sup>ème</sup> siècle, l’espace africain est progressivement dévasté. Néanmoins, durant la période de chaos allant du 16<sup>ème</sup> au 20<sup>ème</sup> siècle, des Africains du continent et de la Diaspora continuent de créer, d’innover, d’entreprendre, comme le montrent des ouvrages de plus en plus nombreux sur le sujet<sup>36</sup>.

La restitution de l’héritage africain dans tous les secteurs de l’activité humaine reste donc un vaste et passionnant domaine de recherche. S’ouvre la perspective de mieux cerner les dynamiques de progrès/régression des connaissances dans les sociétés humaines, donnant un éclairage nouveau sur leurs apports respectifs. Une partie du legs de l’Afrique à l’humanité a déjà été identifiée invitante, selon le vœu exprimé par Cheikh Anta Diop, à une réécriture plus objective de l’histoire mondiale des techniques, des sciences et des idées de manière générale. Cet héritage doit être connu et enseigné.

<sup>28</sup> C. S. Henshilwood, *et al.*, “Blombos Cave, Southern Cape, South Africa: Preliminary Report on the 1992-1999 Excavations of the Middle Stone Age Levels”, *Journal of Archaeological Science*, 28, 2001, 421-448.

<sup>29</sup> C. S. Henshilwood, *et al.*, *Science*, 14 October 2011, 334, n°6053,2001, pp. 219-222.

<sup>30</sup> R. Mankiewicz, *L’histoire des mathématiques*, Paris, Seuil, 2000, p. 10.

<sup>31</sup> J. P. Mbelek, “Le déchiffrement des os d’Ishango – Confirmation de la naissance des mathématiques en Afrique équatoriale aux sources du Nil”, *ANKH* n°16, pp. 178-195, 2007; B. Sall, “Des grands lacs au Fayoum : l’odyssée des pêcheurs”, *ANKH* n° 12/13, 2003-2004, pp. 109-117.

<sup>32</sup> E. Huysecom, “Un néolithique ancien en Afrique de l’Ouest ?”, *Pour la Science*, n°358, août 2007, pp. 44-55.

<sup>33</sup> H. Bocoum (dir. publ.), *Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique - Une ancienneté méconnue*. Paris, UNESCO, 2002.

<sup>34</sup> J. M. Bonnet-Bidaud, “L’observation de l’étoile Sirius par les Dogon”, *ANKH* n°10/11, 2001-2002, pp. 144-163.

<sup>35</sup> *Histoire Générale de l’Afrique*, Paris, Jeune Afrique/Stock/UNESCO, 1980, 8 vol.; J. Ki-Zerbo, *Histoire critique de l’Afrique*, Dakar, Panafrica, Silex/Nouvelles du Sud, 2008; L. M. Diop, *op. cit.*

<sup>36</sup> Ivan van Sertima (editor), *Black in Science – Ancient and modern*, *Journal of African Civilizations*, USA, 1983; Charles S. Finch III, M.D., *The Star of Deep Beginnings – The Genesis of African Science and Technology*, Khenti, Inc., Georgia, USA, 1998; Yves Antoine, *Inventeurs et Savants noirs*, Paris, L’Harmattan, 1998; Dieudonné Gnamankou et Yao Modzinou, *Les Africains et leurs descendants en Europe avant le XX<sup>ème</sup> siècle*, Toulouse, Mat éditions, 2008; Fabrice Hervieu-Wane, *Dakar l’insoumise*, Paris, Editions Autrement, 2008.

## II. La recherche scientifique en Afrique contemporaine

Il s'agit pour l'Afrique noire de renouer avec sa tradition scientifique, technique et philosophique dans le cadre du monde moderne afin de relever les défis de sa reconstruction, du bien être pour l'ensemble de ses habitants<sup>37</sup>.

L'Afrique s'étend sur 30 221 532 km<sup>2</sup> représentant 20% des terres émergées. Sa population actuelle est de 996 533 200 millions d'habitants, soit 15,5% de la population mondiale répartie dans 57 pays soit 28% du nombre d'États représentés à l'ONU (Organisation des Nations Unies). L'*Union Africaine* (UA) rassemble 53 États.

La définition d'une stratégie et d'une politique de développement scientifique suppose un état des lieux.

Les sources documentaires sur la recherche scientifique en Afrique consultées sont référencées en annexe.

Parmi ces sources d'informations trois publications, facilement accessibles, dressent un état partiel de la recherche africaine :

- **State of Science and Technology Training Institutions in Africa [3]** établi par le Réseau Africain d'Institutions Scientifiques et Technologiques qui rassemble 105 membres appartenant à 35 pays d'Afrique sub-saharienne. Cette étude, projet UNESCO Regional Bureau for Science in Africa, est menée à partir d'une enquête effectuée auprès de 23 universités africaines appartenant à 12 pays différents, géographiquement répartis dans le continent : **Kenya** (*University of Nairobi; Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology; Moi University*), **Uganda** (*Makerere University*), **Nigeria** (*University of Lagos, University of Ibadan, Obafemi Awolowo University Ile Ife, Ahmadou Bello University, Michael Okpara University of Agriculture, University of Nigeria, Lagos State University*), **Ethiopia** (*Addis Ababa University*), **Ghana** (*Kwame Nkrumah University of Science and Technology, University of Cape Coast*), **Malawi** (*University of Malawi*), **Zambia** (*University of Zambia*), **Botswana** (*University of Botswana*), **Tanzania** (*University of Dar es Salaam*), **Niger** (*École des Mines*), **Togo** (*Université de Lomé*), **Zimbabwe** (*University of Zimbabwe*).

Les domaines d'évaluation considérés sont : l'offre de cours (types de disciplines, ...), les enseignants (nombre, niveau, ...), l'accès à la documentation scientifique, les ressources des *Technologies de l'Information et de la Communication* (TIC, ITC en anglais), les dispositifs de laboratoires pour l'enseignement, les moyens matériels pour l'enseignement, les budgets alloués, les syllabus et programmes, l'habilitation et l'évaluation externe, les facteurs défavorables affectant l'enseignement de base en sciences et techniques

Ce document met en évidence les points faibles de l'enseignement supérieur africain dans le domaine des sciences et techniques et émet des recommandations dans sa conclusion.

<sup>37</sup> Cheikh Anta Diop a consacré plusieurs écrits au développement de la recherche scientifique et technologique africaine dont l'article "Perspectives de la recherche scientifique en Afrique", conférence d'ouverture de la 9<sup>e</sup> biennale de l'*Association Scientifique Ouest-Africaine* (ASOA, *West African Science Association* : WASA) tenue à la *Faculté des Sciences de l'Université de Dakar* du 27 mars au 1<sup>er</sup> avril 1974, texte publié dans *Notes africaines*, n° 144, octobre 1974, p. 85-88, *Institut fondamental d'Afrique noire*. Voir aussi Cheikh Anta Diop, *Les fondements économiques et culturels d'un État fédéral d'Afrique Noire*, Paris, Présence Africaine, 1960, 1974, pp. 111-117. Voir aussi l'article de Kotto Essome : "Débloquer l'invention, la découverte, l'initiative scientifique : D'une recherche prénewtonienne aux pesanteurs de la coopération", in *Revue Présence Africaine*, n°142, 2<sup>ème</sup> trimestre 1987, pp. 11-23.



• *L'état des sciences en Afrique – La Science en Afrique à l'aube du 21<sup>e</sup> siècle* [5] a été établi par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), dans le cadre d'une action cofinancée par le Ministère des Affaires Etrangères français et la Commission Européenne.

L'étude a porté sur 15 pays répartis, pour l'analyse des résultats d'enquête de terrain, en 3 groupes :

- *l'Afrique du Sud*

- *l'Afrique dite "médiane"* comprenant en Afrique francophone le Sénégal, le Burkina, la Côte d'Ivoire, le Cameroun, Madagascar, en Afrique anglophone le Nigeria, le Kenya, la Tanzanie, le Zimbabwe, en Afrique lusophone le Mozambique

- *l'Afrique du Nord* avec l'Égypte, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc.

Cette étude prend en compte différents types d'indicateurs : économiques (PIB, taux de variation du PIB, ...), sociaux (espérance de vie, dépense publique de l'éducation, de la santé, ...), démographiques (nombre d'habitants, taux d'accroissement, densité, ...), d'activité scientifique (nombre de chercheurs, nombre de publications, ...), d'évolution de la condition d'enseignant (taux d'encadrement, salaires, évolution du pouvoir d'achat, ...). Elle établit également un point sur les coopérations scientifiques des pays africains avec les autres pays du monde. Ce rapport fournit non pas une simple photo instantanée de la recherche en africaine mais vise à montrer son évolution au cours du temps ainsi que ses tendances actuelles.

• le *Rapport de l'UNESCO sur la Science 2005* [4], dont le chapitre sur la recherche africaine a été rédigé, entre autres, par les auteurs de l'étude précédemment mentionnée. Ce document de l'UNESCO fournit de nombreuses informations (sous forme de courbes et tableaux) permettant d'établir des comparaisons chiffrées en l'Afrique d'une part et l'Europe, les États-Unis, l'Asie et l'Océanie d'autre part.

À partir des sources documentaires disponibles on **dégage une vue synthétique de l'état de la recherche scientifique et technologique africaine actuelle**. Dans une deuxième partie quelques indicateurs de l'état de la recherche africaine sont comparés à ceux de la recherche dans les **autres ensembles continentaux** afin de mieux faire ressortir les **enjeux vitaux** qui y sont associés. La troisième section propose des axes de réflexions et de travail d'ordre stratégique, visant à contribuer à la mise en place d'une *roadmap* de la recherche africaine<sup>38</sup>.

## II.1. État actuel de la recherche scientifique en Afrique

Dans cette section sont fournis de manière factuelle les éléments d'information relatifs aux institutions de recherche africaine, aux domaines de recherche couverts, aux projets en chantier.

Le paragraphe § II.1.9. en propose une brève analyse faisant ressortir quelques-uns de ses traits saillants.

### II.1.1. Données chiffrées sur les institutions d'enseignement supérieur et de recherche

L'inventaire *indicatif* présenté dans le tableau ci-dessous, distingue les universités, les écoles d'ingénieurs ou instituts de formation supérieurs et les laboratoires ou centres de recherche.

<sup>38</sup> Le domaine de la médecine n'est pas traité ici.

Pays	Popula- tion millions habitants	Nombre (a) Universités, (b) Écoles ingénieur / Instituts formation (c) Instituts / Centres de recherche - Labos			PIB pour 2007 milliards de dollars	Nombre cher- cheurs / millions habitants	Nombre étudiants		Budget Enseigne- ment supé- rieur % PIB***	Rangs* (meilleur classement) sur 13 074 universités	
		a	b	c			total X 10 <sup>3</sup>	% sciences**		Afrique	Monde
Algeria	33,9	12	19	25	171	100	460		1,2	23	4132
Angola	17	3	-	-	96			18	0,1	-	-
Benin	9	1	-	2	6,9			25	0,54	68	7169
Botswana	1,9	1	1	-	13,8			19	0,4	41	5375
Burkina Faso	14,8	1	1	-	8,2	30				40	5354
Burundi	8,5	1	-	1	0,9			10	0,97	-	-
Cameroon	18,5	7	3	2	25	60	100		1,6	-	-
Cape Verde	0,53	1	1	-	1,85					-	-
Central African Republic	4,3	1	1	-	2,1					-	-
Chad	10,8	1	1	-	9,1				0,33	-	-
Comoros	0,84	-	1	-	0,56					-	-
Congo D. R	62,6	11	1	-	12,95				1	57	6402
Congo, Rep. of	3,8	1	-	-	13,35			11		-	-
Côte d'Ivoire		3	1	-	23,8	55			1,15	-	-
Djibouti	0,83	1	-		0,97					-	-
Egypt	80	48	1	1	158	230				8	1276
Equatorial Guinea	0,5	-	-	-	20,2					-	-
Eritrea	4,8	1	-	1	1,48					-	-
Ethiopia	83,1	9	6		25,1			19	0,58	47	5609
Gabon	1,3	1			15,91		7,5		1		
Gambia	1,7				0,78				0,48		
Ghana	23,5	20	3	-	17,72			26		53	6140
Guinea	9,4	1	-	-	4,45				0,45	-	-
Guinea- Bissau	1,7	-	1	-	0,44					-	-
Kenya	37,5	21	11		31,42	35		29	1,35	12	2404
Lesotho	2	-	-	-	1,65			6	1,7	-	-
Liberia	3,7	1	-	-	0,93					-	-
Libya	6,2	9	2	-	108,48					60	6773
Madagascar	19,7	4	3	-	9,73		36	20	0,3	-	-
Malawi	13,9	4	1	-	4,1			33	0,83	58	6704
Mali	13,7	1	4	1	8,78		28		0,4	-	-
Mauritania	3,1	1	2	-	3,63					90	8081
Mauritius	1,26	1	-	1	8,13					76	7548
Morocco	31,2	34	32	2	90,47	120	316			17	3412
Mozambiqu e	21,4	3	3	1	9,79	0			0,24	31	4827
Namibia	2,1	2	1	-	7,78			9	0,95	16	3376
Niger	14,2	1	2	-	5,3				0,37	-	-
Nigeria	147	80	7	1	220,3	40				68	7169
Rwanda	9,7	2	2	-	4,1				0,97	27	4415

São Tomé and Príncipe	0,16	-	-	-	0,16					-	-
Senegal	12,4	6	4	8	13,9	80	30		0,77	14	3111
Seychelles	0,09	1	-	-	0,78					-	-
Sierra Leone	5,9	2	-	-	1,97					-	-
Somalia	8,7	10	-	-	-					54	6188
South Africa	48,6	23	18	?	300,4	350		17		1	359
Sudan	38,6	13	2	-	62,17					38	5299
Swaziland	1,14	1	-	-	3					-	-
Tanzania	40	17	6	-	20,6	70		22		18	3496
Togo	6,6	1	3		3			8	0,8	95	8258
Tunisia	10,3	19	16	?	41,8	350	226			35	5001
Uganda	30,9	13	-	-	15			8	1,7	32	4836
Zambia	11,9	2	-	-	15,23			30		61	6792
Zimbabwe	13,5	6			4,72	30			1,3	25	4278

\* [http://www.webometrics.info/university\\_by\\_country](http://www.webometrics.info/university_by_country)

\*\*Rapport de l'UNESCO sur la Science, 2005.

\*\*\* *AfDB Statistics Pocketbook 2009 01 Full Report*, publié par Département de la statistique Banque africaine de développement Agence Temporaire de Relocalisation (ATR), Tunis, Tunisie ; <http://www.afdb.org>.

Autres sources de données économiques : <http://www.africaneconomicoutlook.org> ;

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.htm>

## II.1.2. Institutions nationales particulières

<b>Domaine de l'Agronomie, de l'Agriculture, de l'Alimentation</b>	Burkina Faso :	Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA)
	Afrique du Sud :	Africa-Bio
	Burundi :	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
	Côte d'Ivoire :	Centre national de recherche agricole (CNRA)
	Gabon :	Institut de Recherches Agronomiques et Forestières (IRAF)
	Guinée :	L'Institut de recherche agronomique de Guinée (IRAG)
	Kenya :	Institut Kenyan de Recherche Agricole (KARI)
	Maurice :	Mauritius Sugar Industry Research Institute (MSIRI)
<b>Domaine de la Technologie et de l'Innovation</b>	Afrique du Sud :	Conseil Consultatif National sur l'Innovation (NACI)
	Afrique du Sud :	Conseil pour la Recherche Scientifique et Industrielle (CSIR)
	Afrique du Sud :	Fondation pour l'Education, la Science et la Technologie (FEST)
	Bénin :	Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique (CBRST)
	Botswana :	Le Centre de Technologie du Botswana (BOTEC)
	Côte d'Ivoire :	Réseau Technique de la Francophonie (ISYSPHYT)
	Ghana :	Conseil pour la Recherche Scientifique et Industrielle (CSIR)
	Ghana :	Institut de Recherche sur les Politiques de Science et de Technologie (STEPRI)
<b>Domaine des Biotechnologies</b>	Nigeria :	Ministère Fédéral de la Science et de la Technologie (FMST)
	Namibie :	Alliance Namibienne de Biotechnologie (NABA)
	Nigeria :	Centre National pour les Ressources Génétiques & la Biotechnologie (NACGRAB)

### II.1.3. Institutions panafricaines de Science et Technologie (S&T)<sup>39</sup>

<b>Domaine Sciences et Technologie</b>	AU	African Union (AU) Science & Technology Section
	ACTS	Centre Africain pour les Etudes de Technologie, Kenya
	CNRST	Comité des Ressources Naturelles, de la Science et de la Technologie de la CEA des Nations Unies
	AFSTD	NEPAD : Forum Africain pour la Science et la Technologie pour le Développement
	OAPI	Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle, Yaounde, Cameroun
	ARSO	African Regional Organization for Standardization, Nairobi, Kenya
	ACTS	African Centre for Technology Studies
	AFAU	Association of Faculties of Sciences in African Universities
<b>Domaine de l'Agronomie, de l'Agriculture, de l'Alimentation</b>	AFREPREN	African Energy Policy Research Network
	FARA	Forum pour la recherche agricole en Afrique
	ACB	Centre Africain de Biosécurité
	ICRISAT	Institut International de Recherche sur les Cultures pour les Tropiques Semi-Arides
	ICRISAT	Institut International de Recherche sur les Cultures pour les Tropiques Semi-Arides
<b>Domaines de l'Environnement, des Sciences naturelles</b>	AAMHA	Association Africaine de Microbiologie et d'Hygiène Alimentaire, Sousse, Tunisia
	ABAO	Association des Botanistes de l'Afrique de l'Ouest, c/o Université de Ouagadougou Faculté des Sciences et Techniques, Département de Botanique
	EAWS	East African Wildlife Society, Nairobi, Kenya
	EANHS	East African Natural History Society, Nairobi, Kenya
<b>Domaines de la Chimie et de la Biologie</b>	ICIPE	International Centre of Insect Physiology and Ecology, Nairobi, Kenya
	AAPAC	African Association of Pure and Applied Chemistry, Accra, Ghana
	FASBMB	Federation of African Societies of Biochemistry and Molecular Biology, c/o Department of Biochemistry, University of Nairobi, Kenya
<b>Domaine des TIC, Informatique</b>	AABNF	African Association for Biological Nitrogen Fixation, c/o Dept of Soil Sciences University of Nairobi
	AERC	Consortium de la Recherche Économique Africaine - L'AERC fait partie du Global Development Network (GDN)
	CEIKA	The Centre for Environment Information and Knowledge in Africa, South Africa
<b>Domaine des Biotechnologies</b>	ARCC	African Regional Centre for Computing
<b>Domaine de la Géologie</b>	AAB	African Agency of Biotechnology, Alger, Algeria
	ASSRA	African Soil Science Research Association c/o Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ain Shaws University, Shobra El-Khema, Cairo, Egypt

<sup>39</sup> Liste non exhaustive

### II.1.4. Domaines de recherche

Le tableau ci-après donne une physionomie globale des thématiques scientifiques et techniques (zones grisées) faisant l'objet d'une formation spécialisée et/ou d'une recherche dans les différents pays africains.

Pays	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Algeria															
Angola															
Benin															
Botswana															
Burkina Faso															
Burundi															
Cameroon															
Cape Verde															
Central African Rep.															
Chad															
Comoros															
Congo D. R															
Congo, Rep.															
Côte d'Ivoire															
Djibouti															
Egypt, Arab Republic															
Equatorial Guinea															
Eritrea															
Ethiopia															
Gabon															
Gambia The															
Ghana															
Guinea															
Guinea-Bissau															
Kenya															
Lesotho															
Liberia															
Libya															
Madagascar															
Malawi															
Mali															
Mauritania															

Légende des colonnes :

1. Géologie/ Géo physique/ Mines, 2. Hydrocarbures, 3. Hydrologie/ Forêts/ Agronomie, 4. Génie Civil /Engineering, 5. Hydraulique, 6. Energie/Energies renouvelables, 7. Energie nucléaire, 8. Sciences de la Terre, du Climat et de la Mer, 9. Archéologie, 10. Sciences des Matériaux, 11. Chimie, 12. Computer Science/Telecom/Innovation, 13. Biologie/Génétique/Recherche médicale, 14. Physique fondamentale, 15. Mathématiques.

Pays	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mauritius															
Morocco															
Mozambique															
Namibia															
Niger															
Nigeria															
Rwanda															
São Tomé and Príncipe															
Senegal															
Seychelles															
Sierra Leone															
Somalia															
South Africa															
Sudan															
Swaziland															
Tanzania															
Togo															
Tunisia															
Uganda															
Zambia															
Zimbabwe															

*Légende des colonnes :*

1. Géologie/ Géo physique/ Mines, 2. Hydrocarbures, 3. Hydrologie/ Forêts/ Agronomie, 4. Génie Civil /Engineering, 5. Hydraulique, 6. Energie/Energies renouvelables, 7. Energie nucléaire, 8. Sciences de la Terre, du Climat et de la Mer, 9. Archéologie, 10. Sciences des Matériaux, 11. Chimie, 12. Computer Science/Telecom/Innovation, 13. Biologie/Génétique/Recherche médicale, 14. Physique fondamentale, 15. Mathématiques.

On trouvera des données chiffrées dans *“Building Science, Technology and Innovative Systems for Sustainable Development in Africa”*, United Nations Economic Commission for Africa, ECA/ISTD/07/, January 2007, en particulier dans les tableaux **“Concentration of disciplinary research in Africa, 2000-2004”** et **“Number of publications per discipline produced by African countries, 2000-2004”**.



### II.1.5. Les sociétés savantes

Ce sont des académies des sciences ou bien des associations :

Pays	Dénomination
Cameroun	Cameroun Academy of Sciences
Egypte	Academy of Scientific Research and Technology
Ghana	Ghana Academy of Arts and Sciences
Kenya	Kenya National Academy of Sciences
Madagascar	Académie nationale malgache
Nigeria	Nigerian Academy of Sciences
Sénégal	Académie des Sciences et Techniques du Sénégal
Afrique du Sud	Académie of Science of South Africa
Ouganda	The Uganda National Academy of Sciences
Zimbabwe	Zimbabwe Academy of Sciences
Afrique	Académie Africaine des Sciences
Afrique	African Mathematical Union

### II.1.6. Centres documentaires

Ils sont constitués en particulier par les bibliothèques des universités. On peut citer l'exemple de la bibliothèque de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Des bibliothèques numériques se mettent en place sur le web et sont donc accessibles par internet. L'accès aux revues scientifiques spécialisées peut désormais se faire par internet moyennant un abonnement. Internet devrait grandement faciliter l'accès à l'information scientifique.

### II.1.7. Les réseaux et partenariats scientifiques

Ils sont de natures diverses et sont pour certains soutenus par le **NEPAD** ([www.nepad.org](http://www.nepad.org)). A ce titre l'on peut citer le projet *Support to a Network of African Institutions of Science and Technology* de l'*Economic Community of West African States* (ECOWAS) soutenu par l'*African Development Bank Group* dont le budget est estimé à **18,48 millions de dollars**.

Un certain nombre de partenariats de formes variées se font à travers des réseaux, parmi lesquels :

<b>Réseau Africain de Conservation des Façons Culturelles (ACT)</b>	L'ACT est une association internationale regroupant les secteurs privé, public et des ONG dont les activités concernent les pratiques de gestion de l'eau et du sol.
<b>Réseau de Science et de Technologie de la Commission Economique pour l'Afrique (CEA) des Nations Unies (ESTNET)</b>	ESTNET est un réseau de diffusion et d'échange d'informations relatives à la gestion de la science et de la technologie en Afrique ( <a href="http://www.uneca.org/estnet/">http://www.uneca.org/estnet/</a> , <i>Economic Commission of Africa</i> ).
<b>Réseau d'Etudes sur la Politique Technologique Africaine (REPTA)</b>	Le REPTA est un réseau multi-disciplinaire de chercheurs, de décideurs et d'autres utilisateurs finaux intéressés par la création, la promotion et le renforcement de politiques innovantes technologiques et industrielles en Afrique ( <a href="http://www.atpsnet.org">http://www.atpsnet.org</a> )
<b>Système d'Information</b>	Il s'agit d'un projet de coopération du ministère des Affaires étrangères français ( <a href="http://www.sist-sciencesdev.net/">http://www.sist-sciencesdev.net/</a> ),

Scientifique et Technique en Afrique (SIST)	
Programme Bio-Earn	- le « programme <i>Bio-Earn</i> (programme régional et réseau de recherche d'Afrique orientale pour la biotechnologie et la prévention des risques biotechnologiques ( <a href="http://www.bio-earn.org">www.bio-earn.org</a> )).
African Network of Scientific and Technological Institutions (ANSTI) - Réseau Africain d'Institutions Scientifiques et Technologiques (RAIST)	ANSTI, <i>the African Network of Scientific and Technological Institutions</i> , organe de coopération et de promotion de la recherche rassemblant 105 institutions de 35 pays de l'Afrique subsaharienne. Il est soutenu par les Nations Unies et l'UNESCO.
Futur Harvest	le réseau <i>Futur Harvest</i> ( <a href="http://www.cgiar.org">www.cgiar.org</a> ) est axé sur la recherche agricole constitue un consortium mondial regroupant 15 organismes de recherche dont quatre sont situés en Afrique subsaharienne : - Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), basé à Cotonou, - L'Institut international pour la recherche sur l'élevage (ILRI), basé à Nairobi, - L'Institut international d'agriculture tropicale (IITA), basé à Ibadan, - Le Centre international pour la recherche en agroforesterie, basé à Nairobi.

Dans le domaine des sciences physiques il convient de citer l'exemple du **réseau international LAM - Laser Atomic and Molecular** (<http://www.lamnetwork.org>) - présidé par le Professeur Amadou Wagué, directeur de l'*ITNA (Institut de des Technologies Nucléaires Appliquées)* de l'*Université Cheikh Anta Diop de Dakar* (UCAD). Ce réseau international est aussi en relation avec l'*African Laser Centre (ALC)*, <http://www.africanlasercentre.org>)<sup>40</sup>.

Le réseau **MALIWATCH** (<http://www.maliwatch.org>) constitue un autre type de réseau qui relie étroitement la diaspora africaine et le continent africain sur les thématiques de l'éducation, de la science et de la technologie. Tous les deux ans, **MALIWATCH** organise à Bamako le *Malian Symposium on Applied Sciences* (MSAS) réunissant des scientifiques de la Diaspora et du continent africain sous la présidence du Professeur **Diola Bagayoko** (Département de physique à *Southern University at Baton Rouge* aux USA). Ouvert à l'international, c'est un espace de rencontres riches entre étudiants, chercheurs et enseignants de plusieurs pays du monde.

### II.1.8. Les projets

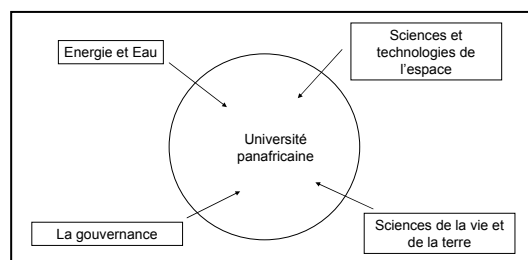
L'*Union Africaine* a défini **19 projets** phares répartis dans **3 groupes d'actions prioritaires** (cf. EU/AU Joint Statement on "Implementation of the EU-AU Partnership for Science, Information Society and Space" - Presentation of the 19 "Lighthouse" Projects, MEMO/08/602, Bruxelles, 1<sup>er</sup> Octobre 2008 IP/08/1442) :

- **Group 1 - Support for the development of an inclusive information society in Africa (5 projects).**
  - Africa connect
  - The African internet Exchange System

<sup>40</sup> John Mugabe, *Regionalism and science and technology development in Africa*, in 'Science and Technology Policy for Development, Dialogues at the Interface' by Louk Box and Rutger Engelhard (eds) (2006) Anthem Press London UK.

- The African Leadership ICT Program
- African Virtual Campus
- Harnessing information & Knowledge for Youth Development
  
- **Group 2 - Support Science and Technology (S&T) capacity building in Africa and implement Africa's Science and Technology Consolidated Plan of Action – CPA (12 projects).**
  - African Research Grants
  - Capacity Building : EU-AU Africa research grants
  - Popularization of S&T  
Popularization of science and technology and promotion of public participation
  - Capacity building in S&T - African level
  - Development of a Common African Union Science and Technology Policy Framework
  - Science and technology for the development of African Small Medium Enterprises (SMEs) and support business incubator networks
  - Securing and Using Africa's Indigenous and Traditional Knowledge
  - Pan African intellectual Propriety Organization (PAIPO)
  - African Observatory of Science, Technology, and Innovation (AOSTI), and Policy Development
  - Capacity building - Thematic level
  - Water and food security in Africa
  - Building Africa's Scientific and Institutional Capacity (BASIC) in Agriculture and natural Resource Management
  - Harnessing Biotechnology for the Advancement of African Agriculture
  - African Pole of Excellence on Desertification and Forestry
  - African Union Initiative on Climate Change (African Institute on Climate Change-AICC)
  
- **Group 3 - Enhancing cooperation on Space applications and technology (2 projects).**
  - Kopernicus – Africa : African global Monitoring for Environment and Security
  - Implementation of the African Reference Frame (AFREF) Capacity building in the AUC on Geospatial Sciences

Par ailleurs, le Professeur Jean-Pierre Ezin<sup>41</sup> commissaire de l'UA chargé des sciences et des technologies (*Département Ressources Humaines, Science et Technologie* (RHST) de l'Union Africaine) fait état de la mise sur pied d'une **université panafricaine** s'appuyant les universités et instituts d'enseignements supérieurs existants selon le modèle schématisé ci-dessous :



<sup>41</sup> Interview de Jean-Pierre Ezin par Philippe Hado et Brice Ogoubiyi : "L'Afrique ne tire pas encore des TIC tout le profit pour son développement", Quotidien Nouvelle Expression, <http://www.nouvellexpression.info>, 18-03-2009.

D'autres projets d'ampleur existent comme celui de la création de l'*African Institute for Mathematical Sciences* (AIMS, <http://www.aims.ac.za/english/> ) basé à Cape Town en Afrique du Sud et qui essaime sur l'ensemble du continent visant notamment à promouvoir les mathématiques et les sciences de manière générale en Afrique, de faire émerger des grands talents scientifiques.

### II.1.9. Quelques traits caractéristiques de la recherche africaine actuelle

En premier lieu il faut souligner le point extrêmement encourageant que constitue la prise de conscience, par les responsables politiques, de l'importance de la science et de la technologie pour le développement du continent africain. Celle-ci se traduit notamment par la définition de projets identifiés devant répondre à un certain nombre de besoins du continent.

Si, sur l'ensemble du continent, toutes les disciplines scientifiques sont représentées, on constate qu'elles le sont très inégalement d'un pays à l'autre. Seuls quelques pays possèdent un large spectre de spécialités (Afrique du Nord, Nigéria, Afrique du Sud, Sénégal).

En ce qui concerne l'Afrique sub-saharienne, les spécialités les plus représentées sont celles relatives à la géologie minière, à l'agronomie, l'environnement, le génie civil.

La recherche fondamentale est peu présente, sauf en mathématiques et dans certains domaines de la physique et de la biologie.

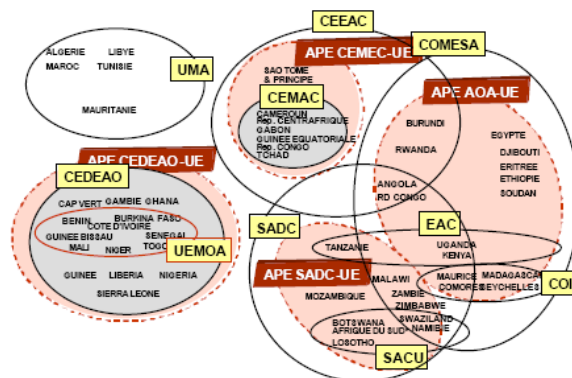
Les diagnostics posés sur la difficile situation générale de la recherche africaine sont par ailleurs clairement établis et analysés ; *“Abdoulaye Janneh, secrétaire exécutif de la Commission économique pour l'Afrique, note que dans de nombreux pays, les politiques nationales de promotion de la science et de la technologie sont périmées. La qualité de l'enseignement dans les domaines de la science et de l'ingénierie est également en baisse, en partie à cause du manque d'argent et d'infrastructures telles que laboratoires et centres technologiques modernes.”* (cf ; CIPACO - *L'Afrique prépare sa révolution scientifique - La recherche et l'innovation, une priorité du Nepad*).

Au-delà de la faiblesse évidente des moyens financiers ce qui est en cause :

- c'est le manque de vision et démarche stratégiques globales sur les moyen et long termes accompagnées d'objectifs et programmes précis chiffrés : la recherche africaine apparaît souvent morcelée, disparate, pilotée au gré de financiers extérieurs et de l'individualité des chercheurs.
- c'est la faiblesse et l'instabilité de la fourniture énergétique,
- c'est la sous industrialisation chronique globale du continent, même si des exceptions existent comme l'Afrique du Sud et l'Algérie.
- c'est la connexion ténue entre le monde de l'industrie et de l'artisanat et le monde de la formation et de la recherche : écoles, instituts, universités, centres de recherche.
- c'est la production et la pérennisation de savoir-faire et de connaissances au cours du temps à travers un projet scientifico-technologique africain mobilisant plusieurs équipes dont le management doit être assuré (scientifiques, techniques, de génie civil, juridico-administratives, ...) depuis la conception sur le papier de l'installation scientifique concernée jusqu'à sa réalisation, sa mise en exploitation, sa fin de vie, son démantèlement
- c'est le manque de visibilité de la recherche africaine (centres d'excellence existants, grands scientifiques, équipes réputées, ...)

Les remarques ci-dessus sont bien entendu à nuancer selon les pays ou les régions du continent africain.

Il convient également de signaler l'une des dimensions politiques de la recherche scientifique africaine qui oppose approches fédéraliste (*Département de la Science et Technologie du secrétariat de l'Union africaine*, à Addis Abeba en Éthiopie) et régionaliste (*Bureau scientifique du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique* (NEPAD) à Pretoria en Afrique du Sud)<sup>42</sup>. Sans doute ce débat reflète-t-il en arrière plan la complexité du découpage des zones économique-politiques du continent comme le montre le schéma ci-dessous tirée du (cf. *Plan Stratégique de la Commission de l'Union Africaine : Cadre stratégique 2004-2007*, p. 8, 2004) :



(\* Le Maroc, membre de l'UMA et membre fondateur de l'OUA, a quitté l'Organisation continentale en 1984 suite à l'admission de la République Arabe Sahraouie Démocratique (RASD)).

Dans le cadre de l'analyse comparative de l'état de la recherche en Afrique et dans d'autres ensembles continentaux amorcée dans la section suivante, on notera que le budget total indicatif pour la mise en œuvre du plan stratégique 2004-2007 de la Commission de l'UA s'élève à 1,7 milliards de dollars US sur trois ans (cf. *Plan Stratégique de la Commission de l'Union Africaine : Cadre stratégique 2004-2007*, pp. 57-59, 2004)

## II.2. Mise en perspective

Il s'agit d'une mise en perspective de l'état des lieux établi précédemment. Pour cela des éléments de comparaison ont été choisis : *le nombre d'universités, le produit intérieur brut, le nombre de chercheurs dans le monde, le nombre de publications et de brevets, le rang des universités, la structure des financements de la R&D et ordres de grandeurs, l'architecture du tissu de la R&D.*

<sup>42</sup> cf. Linda Nordling (*ancienne rédactrice en chef de Research Africa*), "Analyse de la politique scientifique africaine : privilégier une approche fédéraliste ou régionaliste?", 24 novembre 2008, <http://www.scidev.net/fr/science-and-innovation-policy/science-networks/opinions/analyse-de-lapolitique-scientifique-africaine-pri.html>.

## II.2.1. Nombre d'universités

Par continent on a les données suivantes (*source* : <http://www.webometrics.info/university>) :

	Ensemble continental	Nombre d'universités
AFRIQUE	58	512
AMÉRIQUE	52	5022
ASIE	47	3456
EUROPE	57	3988
OCÉANIE	26	96

D'où l'on déduit les nombres d'universités par pays et millions d'habitants :

Ensembles continentaux	Superficie* millions km <sup>2</sup>	Population* millions d'habitants	Nombre d'universités par pays	Nombre d'universités par millions d'habitants
AFRIQUE	30.2	996	9	0.5
AMÉRIQUE	30.3	908	97	5.5
ASIE	43.8	3500	74	1
EUROPE (UE)	23	739.5	70	5.4
OCEANIE	8.7	33.8	4	2.8

\* Cf. <http://www.statistiques-mondiales.com> et <http://www.populationdata.net>

## II.2.2. Produit intérieur brut (PIB) :

Le **PIB** des pays de l'*Union Africaine* est de **1627 milliards de dollars (\$)** se répartissant comme suit : Afrique du Sud : 300, Nigeria : 220, Algérie : 171, Égypte : 158, 49 autres pays de l'*Union Africaine* : 778.

Pour d'autres ensembles continentaux ou pays on a :

	PIB milliards de \$	PIB/habitant \$
AFRIQUE	1630	1635
USA	13800	44190
BRESIL	2000	10000
UNION EUROPÉENNE	16750	29480
JAPON	4300	33700
CHINE	3000	2300
INDE	3092	2752

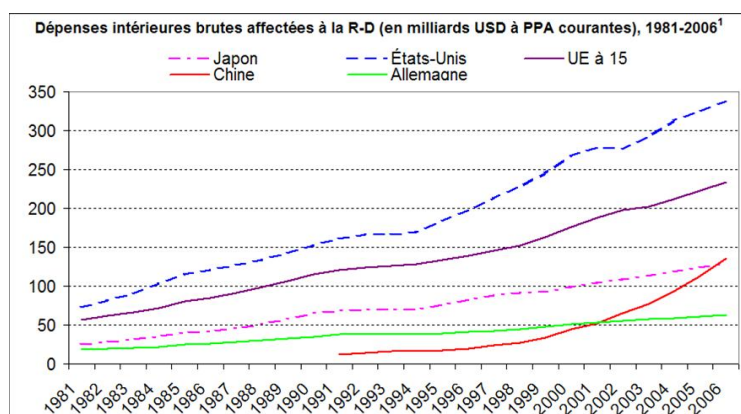
Le **PIB mondial** est estimé à **54 350 milliards de \$ US**. Le **PIB de l'Afrique** représente donc **3%** du **PIB mondial** pour une **population** de l'ordre de **13%** de la **population mondiale**.



### II.2.3. Dépenses consacrées à la Recherche et Développement (R&D)

D'après le *Rapport de l'UNESCO sur la Science, 2005*, p. 5, l'Afrique ne représente que 0,6% de la DIRD<sup>43</sup> mondiale (37% pour les USA, 31,5% pour l'Asie, 27,3% pour l'Europe, 2,6% pour l'Amérique latine et Caraïbes, 1,1% pour l'Océanie).

L'Afrique consacrerait environ **0,3%** de son PIB à la R&D. Plusieurs pays sont dans une dynamique d'accroissement du pourcentage du PIB consacré à la R&D afin d'atteindre le chiffre de **2%** pour certains, de **3%** pour d'autres comme la Chine et l'Union européenne (objectif 2010 selon la directive de Barcelone de 2002). Si l'Afrique consacrait **2%** de son PIB à la R&D cela représenterait actuellement de l'ordre de **33 milliards de dollars**. Ce chiffre est à comparer aux dépenses de R&D ailleurs dans le monde dont l'évolution dans le temps est montrée sur la figure suivante (*Source OCDE*) :



On constate que ce chiffre **33 milliards de dollars** bien que non négligeable reste deux fois moindre que celui de l'Allemagne en 2006, 4 fois moindre que celui de la Chine et 10 fois inférieur à celui des États-Unis et qu'il correspond à l'effort de R&D du Japon il y a presque 30 ans.

Le montant de **158 millions de dollars sur cinq ans** du plan de soutien du NEPAD aux programmes scientifiques africains (cf. Gumisai Mutume, "L'Afrique prépare sa révolution scientifique - La recherche et l'innovation, une priorité du Nepad" pour *ONU Afrique Renouveau*) apparaît très faible comparé à ce chiffre de 33 milliards de dollars.

### II.2.4. Le nombre de chercheurs dans le monde

Le *Rapport de l'UNESCO sur la Science 2005*, p. 6 montre que le nombre de chercheurs africains (73 000, dont 17 000 pour l'Afrique subsaharienne) représente 1% des chercheurs dans le monde, correspondant au chiffre le plus bas du monde ramené au nombre d'habitants. Les pays industrialisés occidentaux ont de l'ordre de 20 à 40 chercheurs pour 10 000 habitants, alors que l'Afrique a moins de 1 chercheur pour 10 000 habitants. Comme le montre l'exemple d'un certain nombre de pays, ce n'est pas uniquement le nombre de

<sup>43</sup> DIRD = Dépense Intérieure Brute de Recherche et Développement, cf. Rapport de l'UNESCO sur la Science, 2005, p. 5.

chercheurs qui compte, mais aussi la qualité de la recherche qui suppose des moyens à la mesure d'une recherche au plus haut niveau.

### II.2.5. Le nombre de publications et de brevets

Les tableaux des pages 8 à 11 du *Rapport de l'UNESCO sur la Science 2005* montrent qu'au cours du temps l'indicateur publication ne progresse que très faiblement en absolu pour l'Afrique comparativement aux autres pays et qu'il a même régressé en relatif sur les 10 années considérées contrairement à l'Asie et à l'Amérique latine. On remarque le bond spectaculaire fait par la Chine. Les écarts observés concernant les dépôts de brevets sont encore plus accentués. Toutefois ces chiffres demandent à être actualisés.

On doit signaler l'existence de la revue *Afrique SCIENCE - Revue internationale des sciences et technologie*, revue électronique internationale (*e-revue*), créée en 2005 et publiée en partenariat avec l'ENS d'Abidjan (*e-revue*, <http://www.afriquescience.org>).

Les deux tableaux du *Rapport de l'UNESCO sur la Science 2005*, pp. 14-15, fournissent une information plus détaillée montrant que l'Afrique couvre tous les domaines de connaissance retenus même si sa contribution en volume est faible. Dans ce rapport, les auteurs du chapitre consacré à l'Afrique, distinguant trois zones géographiques, montrent que l'Afrique du Nord et l'Afrique du Sud présentent dans l'ensemble des valeurs des indicateurs publications et brevets très sensiblement meilleures que celles relatives à l'Afrique "médiane".

### II.2.6. Le rang des universités

L'*Academic Ranking of World Universities* (ARWU) établi par l'**Université Jiao Tong de Shanghai** pour l'année 2008 montre d'emblée le leadership scientifique anglo-saxon. La première université française, **Université Pierre et Marie Curie – Paris 6** est au **104<sup>ème</sup> rang**.

La dotation annuelle d'une grande université américaine est de l'ordre de **plusieurs milliards de dollars** : **2,2 milliards** pour **Berkeley** (3<sup>ème</sup> rang), par exemple, pour un nombre d'environ 25000 étudiants et 2500 enseignants<sup>44</sup>.

En France, la dotation annuelle annoncée pour les 80 établissements universitaires est de **10 milliards d'euros** soit une moyenne de **125 millions d'euros** ou **160 millions de dollars** par université. Le nombre d'étudiants en France (63 millions d'habitants) est de l'ordre de 2,2 millions dont quelque 258 000 inscrits dans le cursus scientifique (hors médecine et pharmacie). Le nombre moyen d'étudiants par université est de 27500.

L'**Université Pierre et Marie Curie – Paris 6** accueille 30000 étudiants, 5500 enseignants chercheurs et son budget est de **400 millions d'euros** soit **520 millions de dollars**.

<sup>44</sup> Critères retenus pour le classement : **Quality of Education** : Alumni of an institution winning Nobel Prizes and Fields Medals (Alumni : 10%) ; **Quality of Faculty** : Staff of an institution winning Nobel Prizes and Fields Medals (Award : 20%) ; Highly cited researchers in 21 broad subject categories (HiCi : 20%) ; **Research Output** : Articles published in Nature and Science (N&S : 20%) ; Articles indexed in Science Citation Index-expanded, and Social Science Citation Index (PUB : 20%) ; **Per Capita Performance** : Per capita academic performance of an institution (PCP : 10%). *Source* : [http://www.arwu.org/rank2008/ARWU2008Methodology\(EN\).htm](http://www.arwu.org/rank2008/ARWU2008Methodology(EN).htm).

**Cape Town University** en Afrique du Sud (49 millions d'habitants) accueille 22000 étudiants, a un staff de 2500 personnes, avec une dotation de **1.9 milliards de rands** soit **160 millions d'euros** ou **200 millions de dollars**. C'est la **première des universités africaines au 359<sup>e</sup> rang dans le classement mondial des universités**.

L'**Université Cheikh Anta Diop de Dakar** (Sénégal, 12 millions d'habitants) accueille 55000 étudiants et 1100 enseignants.

Son budget annuel est d'environ **20 milliards de FCFA** soit de l'ordre de **30 millions d'euros** ou **39 millions de dollars**. Elle est au **14<sup>ème</sup> rang des universités africaines** et au **3111<sup>ème</sup> rang des universités dans monde** sur les 13 074 répertoriées dans le monde par *webometrics*.

### II.2.7. La typologie des financements de la R&D et ordres de grandeurs

Il est instructif d'examiner la typologie des financements de la R&D dans le monde ainsi que son évolution dans le temps. Les données présentées dans le *Rapport de l'UNESCO sur la Science 2005* pour les États-Unis, le Japon et l'Europe conduisent aux constats suivants :

- a. **la diversité des sources de financement** : Industrie, État, Universités, Centres de Recherche, Institutions privées, personnes privées, ...
- b. **la part croissante de l'industrie au cours du temps** (mais avec des fluctuations pouvant être importantes, un facteur 2 parfois). Dans le cas de la France les apports respectifs de l'État et de l'industrie passent respectivement de 63% et 37% en 1971 à 47% et 53% en 2006 l'intersection des deux courbes ayant eu lieu en 1994-1995.
- c. **un apport significatif pérenne de l'État** dans les secteurs vitaux et stratégiques ainsi que pour la recherche fondamentale,
- d. l'existence d'un **partenariat recherche publique – industrie** développé, dynamique et la **capacité** croissante des organismes de recherche à **produire des ressources propres**.
- e. l'importance des secteurs **Défense** et **Santé**.

En arrière plan des éléments précédemment exposés il existe, dans des pays tels que la France, une diversité des structures de recherche et développement ainsi que des partenariats mis en place, l'ensemble constituant un véritable tissu de R&D maillant l'ensemble du territoire.

Ces **structures de R&D** sont les suivantes :

- a. **les universités** (avec leurs laboratoires et centres de recherche) dont la tendance est au regroupement stratégique pour mieux mutualiser les compétences, optimiser les enseignements, les coûts et l'utilisation des infrastructures,
- b. **les laboratoires des Grandes Écoles** (spécificité française),
- c. **les grands centres de recherche nationaux pluridisciplinaires** subventionnés par l'État :

Pays	Exemples d'Institutions pluridisciplinaires	Budget* annuel milliards de dollars	Nombre de chercheurs et ingénieurs*
États Unis	Los Alamos National Laboratory (LANL)	2	13000
	Oak Ridge National Laboratory (ORNL)	1.4	4300
France	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	3.9	26000
	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA)	3.9	15000
Suisse	Paul Scherrer Institute	0.3	1300

\* Données wikipedia

À titre de comparaison, le **budget 2008 du Sénégal** est de **1650 milliards de francs CFA** soit **2.5 milliards d'euros** ou encore **3.3 milliards de dollars**.

**d. les startup high tech** pour partie issues de l'essaimage des grands centres de recherche pluridisciplinaires. D'autres naissent dans des "pépinières" créées à cet effet dans différentes régions avec des montages collaboratifs impliquant la Région, l'Université et l'Industrie par exemple.

**e. les structures de R&D** des grands groupes industriels ; par exemple le **budget R&D 2007 d'EDF** (Électricité de France) était de **375 millions d'euros** ([http://www.oreg.ca/docs/2008\\_Spring\\_Symposium/Albonnel\\_1.pdf](http://www.oreg.ca/docs/2008_Spring_Symposium/Albonnel_1.pdf)) soit environ **500 millions de dollars**.

**f. les sociétés de service** d'ingénierie, informatique et calcul scientifique.

À ces structures de R&D il faut ajouter :

**a. des grands projets/centres/installations multinationaux(ales) de recherche** dédiés à un domaine de recherche particulier. Citons en exemple :

- le **CERN** construit à la frontière franco-suisse en 1954, résulte de la collaboration de 20 pays européens. La création, initialement par 12 pays européens, de cette imposante structure de recherche fondamentale (exploration de la structure intime de la matière) avait parmi ses motivations, la restauration d'une **collaboration scientifique pacifique entre pays européens** au sortir de la *Seconde Guerre Mondiale* et **freiner la fuite des cerveaux** vers les États-Unis. Le CERN compte **2900 personnes** auxquelles s'ajoutent **8000 collaborateurs** payés par leurs propres institutions ; son **budget** en 2007 se montait à **1.08 milliards de francs suisses** soit **1.6 milliards d'euros** ou **2 milliards de dollars**. Il accueille des équipes de chercheurs extra-européennes. On peut noter que deux pays d'Afrique ont des relations avec le CERN : le **Maroc** et l'**Afrique du Sud**. Pour ce qui concerne l'Europe on peut peut-être dire avec l'exemple du CERN que l'Europe de la Recherche précède et préfigure l'Europe politique.

- le **synchrotron SOLEIL** sur le plateau de Saclay en France. Cette machine dite de 3<sup>ème</sup> génération a pour vocation de connaître la structure fine de divers objets jusqu'au niveau moléculaire et d'en comprendre les propriétés. Ses domaines d'application sont les sciences de l'environnement, du vivant (notamment la pharmacologie), la physique des matériaux, les nanosciences, la paléontologie. Le budget total de la construction (2002-2009) de **SOLEIL** (conjointement par le CNRS et le CEA) est de **350 millions d'euros**. Le personnel permanent est d'environ **400 personnes**. Le **budget annuel** est

de **54 millions d'euros**. Plus de 2000 chercheurs/utilisateurs sont attendus sur cette installation.

- **E-ELT - European Extremely Large Telescope** (miroir de 42 m de diamètre !), soutenu par l'*European Southern Observatory* (ESO) et dont la **mise en service est prévue en 2017**. Son objectif scientifique est de repousser les limites de l'univers observable afin de mieux cerner et comprendre son évolution (formation des premières étoiles, etc.) et d'identifier/détecter des planètes extrasolaires, des systèmes proto-planétaires. Le coût de sa construction est estimé à **1 milliard d'euros**. La construction de ce télescope s'inscrit dans ce domaine dans une "course scientifique" avec les États-Unis (**télescope spatial Webb** de la NASA). Une telle installation concerne environ **un millier de chercheurs**.

- **ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor**, réacteur prototype pour démontrer la faisabilité de la fusion nucléaire contrôlée par confinement magnétique d'un plasma. L'enjeu est celui de la production d'énergie sur le long terme. Il est construit à Cadarache dans le sud de la France, dans le cadre d'un partenariat rassemblant l'UE représentée par l'organisme scientifique européen EURATOM, le Japon, la Chine, l'Inde, la Corée, la Russie, les USA. Sa **mise en service est prévue en 2018**. Le budget initial de la construction d'ITER est de **4,7 milliards d'euros sur 10 ans**. Elle devrait induire de l'ordre de **3000 emplois nouveaux**.

- la **Station Spatiale Internationale (International Space Station, ISS)**, est en orbite autour de la Terre à une altitude d'environ 350 kilomètres, à une vitesse de 27 700 km/h (7,7 km/s). Elle en fait donc le tour 15 fois par jour. Ce projet dans sa version opérationnelle actuelle est porté par les **USA, la Russie, l'Europe** (11 états), le **Japon** et le **Canada**. Le **Brésil** par son *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* intègre le projet de l'ISS à partir de 1997. Les premières réflexions sur l'ISS datent de 1960. Au fil du temps le concept en a été revu plusieurs fois pour finalement, pour des raisons budgétaires notamment, se concrétiser autour d'une axe technologique fort américano-russe. Depuis novembre 2000 des équipes d'astronautes s'y relaient grâce à la **Navette spatiale américaine** (the **US Space Shuttle**) qui elle est opérationnelle depuis avril 1981. Le **coût de l'ISS** est évalué, sur la période **1985-2012**, à une somme allant de **72 à 95 milliards de dollars** soit 10 fois plus que le coût du tout premier projet élaboré en 1983. Les USA ont contribué à hauteur d'environ **44 milliards de dollars** à l'ISS sur la période 1985-2009.

- le projet **Human Genome Project** (HGP) est promu aux USA par le *Department of Energy* (DOE) et le *National Institute of Health* (NIH) doté d'un budget de **3 milliards de dollars**, qui a pour but de décrypter le génome humain. D'autres projets de ce type sont lancés dans le monde.

- b. les **centres de calcul scientifique haute performance ou intensif** (ordinateurs teraflopiques et petaflopiques multiprocesseurs) pour les besoins croissants de **la simulation numérique au service de la recherche et de l'industrie**. Dans ce domaine, le projet pan européen **PRACE** pour **Partnership for Advanced Computing** en Europe réunit **14 pays européens** avec l'ambition d'offrir aux chercheurs européens la machine classée dans le peloton des 5 plus puissants ordinateurs. La **simulation numérique** est devenue incontournable qu'il s'agisse de la recherche fondamentale, de la recherche appliquée, de l'industrie, de l'agriculture, notamment à la fois comme outil de prédiction et comme outil de compréhension de phénomènes de la nature et ceux d'évolution des sociétés humaines .... Elle concourt également à une réduction sensible

des coûts dans la conception d'installations et d'expériences, à l'optimisation de processus/traitements divers comme par exemple l'irradiation des malades en radiothérapie. Le budget alloué à PRACE est de **200 millions d'euros** soit **264 millions de dollars** tous les deux ans.

**c. les réseaux scientifiques et technologiques, ...**

Il est évident que ce tissu de R&D se développe et est valorisé dans le cadre d'une démarche stratégique en accord avec les intérêts des pays/ensembles continentaux concernés.

Quatre autres points importants sont également à noter :

**a. l'importance cruciale du travail collectif et du management** qui conditionnent le bon aboutissement des projets, leur véritable concrétisation.

**b. la mise sur pied de formes juridiques appropriées** pour que fonctionnent les collaborations et partenariats.

**c. l'équilibre/dosage des financements** en relation avec la condition de conservation de la maîtrise du pilotage du projet considéré.

**d. la dimension temporelle** dans la réalisation de grandes installations scientifiques : **5 à 10 ans** (voire beaucoup plus dans certains cas surtout si l'on intègre la phase de réflexions préliminaires, d'études exploratoires) **de conception, 5 à 10 ans de construction, 20 à 30 ans d'exploitation, 5 à 10 ans pour la déconstruction**. Ces chiffres permettent de définir **une unité de temps (pour la réflexion) stratégique** : de l'ordre de **60 ans**. L'espérance de vie à laquelle on peut aujourd'hui prétendre (80 ans et plus) conforte la pertinence de cet ordre de grandeur. Sur la base de cette périodicité, en prenant la fin de la Deuxième Guerre Mondiale comme point de repère, les pays occidentaux, dans divers domaines de la recherche, entrent dans la **3<sup>ème</sup> génération de grandes machines scientifiques**. Il y a bien entendu des plages de recouvrement pouvant s'étendre sur plusieurs années. Cela s'applique également à « l'immatériel » comme les logiciels scientifiques. Cet aspect générationnel doit être clairement perçu pour cerner les conditions des progrès scientifiques et techniques dans le monde d'aujourd'hui, pour accumuler et pérenniser les savoirs et savoir-faire, gérer les transitions scientifiques et technologiques.

**e. les retombées positives** et parfois inattendues **de la recherche** en termes d'activité économique, d'emploi, d'innovations technologiques, ... induites par la réalisation des projets de recherche.

### II.3. Axes de réflexions pour une *roadmap*

L'état des lieux de la recherche africaine présenté ci-dessus reste sommaire et demande à être approfondi, mis à jour, complété sur plusieurs aspects. Néanmoins, il est possible de proposer des thèmes de réflexions, de travail, d'actions d'ordre stratégique visant à contribuer à la mise en place d'une "*feuille de route (roadmap)*" de la recherche africaine propre à lui conférer le rôle central qu'elle doit jouer pour reconstruire l'Afrique. Ceux-ci



sont classés en quatre catégories A, B, C et D correspondant respectivement à la consolidation de l'état des lieux de la recherche africaine, au renforcement des infrastructures/équipes opérationnelles existantes, aux actions stratégiques sur les moyen et long terme.

### A. État des lieux – Bases de données

**A1.** Acquérir une information complémentaire sur les projets susmentionnés et autres projets de S&T existants concernant l'Afrique : contenus précis, coûts respectifs, calendriers de réalisation, pilotage et organisation adoptés pour leur réalisation, ... .

**A2.** Élaboration (ou contribution à) et maintenance des bases de données relatives à la recherche africaine, permettant en particulier de mener des analyses prospectives.

**A3.** Renforcer/développer l'accès à la documentation scientifique et technique.

...

### B. Mesures conservatoires sur le court terme

**B1.** Renforcer/développer la protection de la propriété intellectuelle qui concerne notamment les savants "traditionnels", les ingénieurs, les inventeurs, les chercheurs, ...

**B2.** Populariser la science et la technologie au travers de manifestations culturelles, d'expositions, ...

**B3.** Introduire dans l'enseignement, à l'échelle continentale, *l'histoire des sciences et des techniques de l'Afrique de la préhistoire à nos jours*, dès le primaire. Faire connaître les grands scientifiques africains.

**B4.** Accroître la visibilité scientifique de l'Afrique : renforcer les sociétés savantes africaines, identifier le leadership scientifique et technologique, faire connaître les équipes scientifiques africaines, amplifier les capacités de publication des travaux scientifiques des africains tant dans des revues africaines que dans des revues internationales.

...

### C : Actions de renforcement / consolidation sur le court terme

**C1.** Renforcer significativement les unités scientifiques opérationnelles du continent.

**C2.** Soutenir, accompagner les projets en chantier conformes aux intérêts du continent, ...

**C3.** Provoquer/encourager des rencontres régulières entre les secteurs de la Recherche d'une part et ceux notamment de l'Industrie, de l'Agriculture, de l'Artisanat, du Tourisme, de l'Art ... aux échelles locale, régionale, continentale.

**C4.** Accroître le rôle (implication/participation) de la diaspora scientifique africaine, technique, managériale, financière, ... dans le développement scientifique et technologique du continent.

...

## D. Axe stratégique

**D1.** Élaborer un plan stratégique cohérent du développement scientifique et technologique de l'Afrique. Définir les échelles de temps et géographiques du développement de la recherche africaine. L'ampleur des enjeux de la recherche africaine exige une vision stratégique à la fois large et sur le long terme, c'est-à-dire sur les 60 années à venir *a minima*. Une réflexion stratégique d'ensemble consolidant ou amplifiant les réflexions existantes s'articulerait autour de différentes thématiques comme :

- l'identification des besoins/intérêts vitaux du continent (santé, éducation, sécurité, droit, énergie, aménagement des territoires, urbanisme, agriculture, industrie, artisanat, commerce, transport, ...) et priorisation d'objectifs en cohérence ;
- la définition résultante des axes de R&D et les programmes de travail associés sur les court, moyen et long termes ;
- le choix et l'évaluation des moyens pour atteindre ces objectifs, pérenniser et faire fructifier les acquis (choix géographiques, coûts, délais, financements, ...)
- les organisations à mettre en place pour la réalisation des tâches définies (management, partenariats, mutualisations, regroupements, mise en réseau, sources de financements, etc.) ;
- l'évaluation scientifique, technique, managériale, ... ;
- le système de formation scientifique et technique : la formation massive de techniciens, ingénieurs, chercheurs ;
- la formation anticipée d'équipes de chercheurs et techniciens en vue de la construction et du fonctionnement de futures installations scientifiques et technologiques décidées, ... ;
- l'articulation recherche fondamentale et recherche appliquée, les types d'institutions scientifiques, la structure du tissu R&D africain ... ;
- ...

**D2.** Trouver les **sources africaines internes de financement de la R&D** : création de fonds dédiés pour la R&D à l'instar du Nigéria alimenté par les revenus de l'exportation des matières premières – en échange de devises fortes, prise de participation significative/majoritaire dans les diverses sociétés d'extraction/exploitation de ses ressources (ressources minières, ...), transfert effectif de technologie –, les industries, le tourisme, le mécénat africain, ...

Aujourd'hui l'Afrique consacre, en moyenne, de l'ordre de **0,3% de son PIB** à la recherche scientifique alors que les autres continents y consacrent **1,5% à 3%** avec une volonté forte d'accroître encore cette part. Si l'Afrique consacrait aujourd'hui 3% de son PIB actuel à sa R&D cela représenterait environ 50 milliards de dollars.

“Abdoulaye Janneh, Secrétaire exécutif de la Commission économique pour l’Afrique (ONU), note que dans de nombreux pays, les politiques nationales de promotion de la science et de la technologie sont périmées. La qualité de l’enseignement dans les domaines de la science et de l’ingénierie est également en baisse, en partie à cause du manque d’argent et d’infrastructures telles que laboratoires et centres technologiques modernes. Il y a près de 30 ans, en 1980, les dirigeants africains demandaient aux pays du continent de dépenser au moins 1 % de leur PNB en R&D. Mais après toutes ces années, “un grand nombre de nos pays y consacrent des sommes très inférieures”, note M. Janneh”, (cf. [Afrik.com](http://Afrik.com), Gumisai Mutume, pour ONU Afrique Renouveau, 9 novembre 2007).

**D3.** Créer un statut de chercheur panafricain.

**D4.** Fortifier le réseau de *think tanks* et d’expertises scientifiques et technologiques pour contribuer à éclairer le politique du niveau local au niveau continental (évaluer, alerter, recommander, ...), procéder à une analyse critique des données utilisées pour asseoir une stratégie de développement, ...

**D5.** Participer, dans le cadre d’une vision stratégique, à de grands projets scientifiques et technologiques internationaux.

**D6.** Rendre plus audible et visible les analyses, les points de vue africains sur les grands problèmes du continent et de contribuer aux grands débats mondiaux sur nombre de sujets sociétaux, de la génétique aux problématiques climatologique et énergétique, en s’appuyant notamment sur les sociétés savantes africaines existantes.

## II.4. Conclusion

Il convient de préciser que les chiffres fournis ici sont indicatifs et incomplets. L’une des raisons en est que la précision et l’exhaustivité des informations disponibles sont variables suivant les pays. Ces données doivent donc faire l’objet d’un affinement et d’une actualisation régulière. Les analyses prospectives faites seront donc le cas échéant modifiées en conséquence. Le récent *UNESCO Science Report 2010*<sup>45</sup> y contribuera. Néanmoins, les éléments chiffrés retenus dans cet article ont permis de dégager une physionomie globale de la recherche africaine et de proposer des pistes de réflexion et d’action pour son déploiement.

La **jonction entre le scientifique, l’industriel, l’économique, le culturel, le juridique et le politique** apparaît incontournable pour réussir la renaissance scientifique de l’Afrique. Les deux citations suivantes, respectivement d’**Abdoulaye Janneh** et de **Cheikh Anta Diop**, résument parfaitement les enjeux de la recherche scientifique et technologique ainsi que les défis qui y sont associés :

“Le continent, déclare M. Janneh<sup>46</sup>, ne peut plus se permettre de continuer à perdre du temps. Il doit lancer un vaste mouvement pour former et employer des scientifiques, ingénieurs et techniciens en grand nombre et tisser des liens solides entre l’industrie, le milieu universitaire et le gouvernement, assurant ainsi que les innovations d’aujourd’hui jetteront les bases du développement économique et

<sup>45</sup> *UNESCO Science Report 2010 - The Current Status of Science around the world*, Paris, UNESCO Publishing, 2010.

<sup>46</sup> Secrétaire exécutif de la Commission économique pour l’Afrique (ONU)

*social de demain.*”, (cf. [Afrik.com](http://www.afrik.com), Gumisai Mutume, pour *ONU Afrique Renouveau*, 9 novembre 2007).

“L’Afrique doit opter pour une politique de développement scientifique et intellectuel et y mettre le prix ; sa vulnérabilité excessive des cinq derniers siècles est la conséquence d’une déficience technique. Le développement intellectuel est le moyen le plus sûr de faire cesser le chantage, les brimades, les humiliations. L’Afrique peut redevenir un centre d’initiatives et de décisions scientifiques, au lieu de croire qu’elle est condamnée à rester l’appendice, le champ d’expansion économique des pays développés ”. Cheikh Anta Diop, *Les fondements économiques et culturels d’un État fédéral d’Afrique Noire*, Paris, Présence Africaine, 1960, 1974.

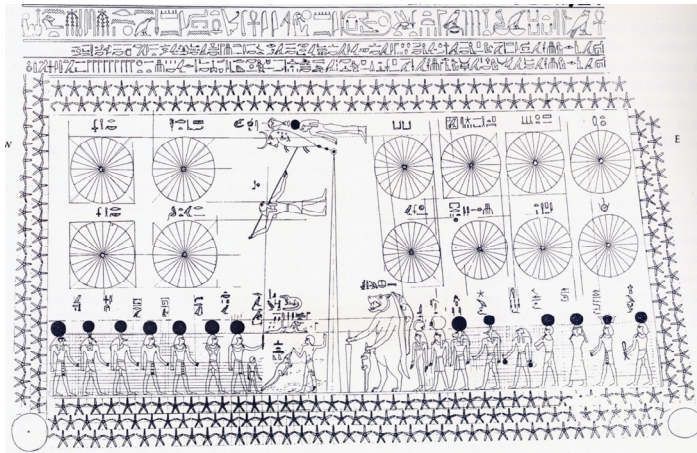
#### ☐ Annexe : Sources documentaires utilisées

1. *Déclaration d’Addis-Abeba sur la Science, la technologie et la Recherche scientifique pour le développement*, Conférence de l’Union africaine, Huitième Session ordinaire, 29-30 janvier 2007, Addis-Abeba (Éthiopie), Assembly/AU/Decl. 1 – 6 (VIII).
2. EU/AU Joint Statement on “*Implementation of the EU-AU Partnership for Science, Information Society and Space*” - Presentation of the 19 "Lighthouse" Projects, MEMO/08/602, Bruxelles, 1<sup>er</sup> Octobre 2008 IP/08/1442.
3. *State of Science and Technology Training Institutions in Africa, African Network of Scientific and Technological Institutions (ANSTI) - Réseau Africain d’Institutions Scientifiques et Technologiques (RAIST) / UNESCO*, <http://www.ansti.org>, July 2005.
4. *Rapport de l’UNESCO sur la Science*, 2005, <http://www.unesco.org/publishing>.
5. *L’état des sciences en Afrique – La science en Afrique à l’aube du 21<sup>e</sup> siècle*, sous la direction de Roland Waast et Jacques Gaillard, Subvention N° 98 01 49 800, Ministère des Affaires Étrangères, France, Aide N° ERBIC 18 CT 98 9164, Commission Européenne, DG XII ; *La science en Afrique à l’aube du 21<sup>ème</sup> siècle synthèse*, *id.*, *ibidem*.
6. [http://www.webometrics.info/university\\_by\\_country](http://www.webometrics.info/university_by_country) qui fournit un classement mondial et par continent des universités.
7. [http://www.arwu.org/rank2008/ARWU2008Methodology\(EN\).htm](http://www.arwu.org/rank2008/ARWU2008Methodology(EN).htm) : classement des universités et institutions scientifiques dans le monde par le Center for World-Class Universities, Shanghai Jiao Tong University.
8. *AfDB Statistics Pocketbook 2009 01 Full Report*, publié par Département de la statistique Banque africaine de développement Agence Temporaire de Relocalisation (ATR), Tunis, Tunisie ; <http://www.afdb.org>.
9. Support to a *Network of African Institutions of Science and Technology Project*, ECOWAS Region (Economic Community of West African States), African Development Bank, February 08, 2009.
10. EU/AU Joint Statement on "Implementation of the EU-AU Partnership for Science, Information Society and Space" - Presentation of the 19 "Lighthouse" Projects, MEMO/08/602.
11. <http://www.sist-sciencesdev.net/> : système d’information scientifique et technique en Afrique (SIST) est un projet de coopération du ministère français des Affaires étrangères français.

12. <http://www.senegal.campusfrance.org>, ...
13. *L'État de l'Afrique 2009*, Jeune Afrique Hors série n°21, 2009.
14. *Rapport sur le Développement en Afrique 1999 - Le développement des infrastructures en Afrique ; Statistiques économiques et sociales sur l'Afrique*, Abidjan, Côte d'Ivoire, Banque Africaine de Développement, Economica, 1999. Cf. aussi *Images économiques du monde 2000*, Paris, Sedes/HER, 1999.
15. Interview de Jean-Pierre Ezin par Philippe Hado et Brice Ogoubiyi : "L'Afrique ne tire pas encore des TIC tout le profit pour son développement", Quotidien Nouvelle Expression, <http://www.nouvelleexpression.info>, 18-03-2009.
16. *Building Science, Technology and Innovative Systems for Sustainable Development in Africa*, United Nations Economic Commission for Africa, ECA/ISTD/07/, January 2007.
17. John Mugabe, *Regionalism and science and technology development in Africa*, in 'Science and Technology Policy for Development, Dialogues at the Interface' by Louk Box and Rutger Engelhard (eds) (2006) Anthem Press London UK.
18. J. G. M. Massaquoi, *Le renforcement des capacités scientifiques et techniques en Afrique - Le rôle de la coopération régionale*, Bureau régional de science et de technologie de l'UNESCO pour l'Afrique, Nairobi, Kenya, 2006.
19. Sanou Mbaye, *L'Afrique au secours de l'Afrique*, Paris, Les Éditions de l'Atelier, 2009.
20. *Afrique 2025*, Ouvrage collectif, Futurs Africains / Karthala, 2003.
21. A.M. Mbow, M. Niang, H. Aguessy, P. Mbow, *La science et la technologie dans les pays en développement – Pour une renaissance scientifique de l'Afrique*, ACS, Dakar, 1992.



*Coudée (règle) de Mâya, ministre des finances du pharaon Toutankhamon, vers 1330 avant notre ère, XVIII<sup>ème</sup> dynastie. Bois. Musée du Louvre, N1538. (Photo de l'auteur).*



Relevé du plafond astronomique de la tombe de Senmout, architecte du temple de la reine Hatshepsout à Deir el-Bahari : représentations calendériques sothiaque et lunaire ; vers 1490 avant notre ère, XVIII<sup>ème</sup> dynastie. (Source : A. S. von Bomhard, *Le Calendrier égyptien, une œuvre d'éternité*, London, Periplus, 1999).



Affiche de l'exposition sur l'histoire des sciences et des techniques en Afrique, 3<sup>ème</sup> Festival Mondial des Arts Nègres, Dakar, Sénégal, décembre 2010.



☐ L'auteur :

**Cheikh M'Backé Diop** est Docteur ès Sciences Physiques et travaille dans le domaine de la recherche appliquée. Par ailleurs, il contribue à la diffusion de la connaissance sur l'histoire de l'Afrique, notamment dans le cadre de la *Revue d'Égyptologie et des Civilisations Africaines, ANKH*. Il est l'auteur d'une biographie de Cheikh Anta Diop, historien, égyptologue et scientifique africain : *Cheikh Anta Diop, l'homme et l'œuvre* (Paris, Présence Africaine, 2003).

**Publications** : <http://www.ankhonline.com>