

FICHE CURIE +

Etat des lieux croisé de la recherche et de l'enseignement supérieur en Afrique du Sud



Service de Coopération et d'Action Culturelle



Bureau de représentation conjoint CNRS- IRD-Cirad

Table des matières

Introduction	3
CHAPITRE 1 Organisation et gouvernance de la recherche et de la technologie	4
Section 1. L'élaboration de la politique scientifique	4
Section 2. Agences d'orientation et de financements	5
Section 3. Les instances d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur	6
CHAPITRE 2 Les moyens de la recherche	8
Section 1. Les dépenses consacrées à la R&D en Afrique du Sud	8
Section 2. Les moyens humains	10
CHAPITRE 3 Réalisation de la recherche, domaines et production scientifique	11
Section 1. Les acteurs de la recherche et du développement	11
Section 2. Domaines et productions scientifiques	22
CHAPITRE 4 Valorisation de la recherche	25
Section 1 – Le soutien public à l'innovation	25
Section 2 – Deux dispositifs stratégiques de soutien à la recherche et au développement	33
CHAPITRE 5 Coopération internationale	38
Section 1. Les principaux partenaires internationaux de l'Afrique du Sud	38
Section 2. La présence française	42
Section 3. Perspectives de coopération	48
Annexe 1 – Actions phares du CNRS, de l'IRD et du Cirad	50
Annexe 2 - Liste des collaborations franco-sud-africaines (2015-2018)	56
Liste des sigles	60
Liens utiles	62

INTRODUCTION

L'Afrique du Sud, économie majeure dans la région de l'Afrique australe où elle représente 62% du PIB de la zone, souhaite évoluer vers une économie de la connaissance et devenir, dans un avenir proche, le chef de file africain dans les domaines de la recherche, de l'enseignement supérieur, de l'innovation et de l'industrie. A ce titre, le pays axe ses efforts sur le développement de son système universitaire et sur l'accroissement de l'impact économique de sa recherche.

La recherche, l'enseignement supérieur et l'innovation sont aujourd'hui des enjeux majeurs pour l'Afrique du Sud. Le pays compte quatre universités dans le Top500 de Shanghai, 15 centres d'excellence et plus de 200 chaires de recherche de niveau international. Cependant, l'excellence de l'enseignement supérieur et de la recherche n'est pas uniforme sur tout le territoire. Aux côtés des universités prestigieuses, principales contributrices de la production scientifique du pays, se trouvent également des universités dites anciennement défavorisées, le plus souvent technologiques, dont la qualité reste disparate.

L'articulation entre recherche et formation repose en principe sur une stricte répartition des compétences entre le ministère de la science et de la technologie (DST) et le ministère de l'enseignement supérieur et de la formation (DHET). Cependant, partant du constat que le renforcement des capacités est l'une des clés du développement de la recherche en Afrique du Sud, le DST joue un rôle central dans l'élaboration de la stratégie en matière de formation aux niveaux Master et Doctorat.

Ainsi, à travers cette Fiche Curie +, l'ambassade de France en Afrique du Sud propose un état des lieux croisé de l'organisation de la recherche et de l'enseignement supérieur sud-africain.

CHAPITRE 1

ORGANISATION ET GOUVERNANCE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE

La recherche en Afrique du Sud est placée sous la responsabilité du ministère de la Science et de la Technologie (*Department of Science and Technology - DST*). Celui-ci est dirigé par Madame Mmamoloko Kubayi-Ngubane, nommée ministre en février 2018.

SECTION 1. L'ELABORATION DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE

Le *Department of Science and Technology (DST)* met en œuvre la stratégie nationale en matière de recherche et d'innovation. Celle-ci est basée sur le *Ten Year Innovation Plan*¹ (TYIP) datant de 2008. Le TYIP fixe deux priorités générales : le développement des capacités – avec notamment pour objectif de quintupler le nombre de doctorats soutenus annuellement entre 2008 et 2018 – et l'accroissement de l'impact économique de la recherche.

Le TYIP définit cinq thématiques prioritaires et fixe les objectifs à atteindre :

- **Bio-économie** : devenir un acteur de niveau mondial dans le domaine pharmaceutique et dans celui des biotechnologies, notamment par la valorisation des ressources locales (plantes endémiques, etc.) ;
- **Sciences et technologies de l'espace** : devenir un acteur influent dans le secteur des sciences de l'espace avec la création d'une agence spatiale nationale, le développement de l'industrie spatiale et de nombreuses innovations en ingénierie, navigation, communications ou observation de la Terre ;
- **Énergie** : innover dans les domaines du charbon propre, de l'énergie nucléaire, des énergies renouvelables ainsi que des technologies liées à l'hydrogène et aux piles à combustible ;
- **Changement global** : jouer un rôle majeur dans la compréhension du changement global et plus spécifiquement climatique, grâce à la position géographique stratégique du pays ;
- **Dynamiques humaines et sociales** : contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques sociales et du rôle des sciences pour la stimulation de la croissance et du développement.

La prise en compte de ces priorités politiques a eu un impact sur l'évolution du secteur en Afrique du Sud, conduisant à la création de la *Technology Innovation Agency (TIA)*, de l'agence spatiale sud-africaine (SANSa) et de nombreux dispositifs de gouvernance scientifique : centres d'excellence, centres de compétence, chaires d'excellence, etc.

¹ *Innovation towards a knowledge-based economy, Ten-Year Plan for South Africa, (2008 – 2018)*

Les priorités du TYIP sont reprises et amendées dans le document guidant la politique générale du gouvernement et adopté en 2012, le *National Development Plan 2030* (NDP), qui fixe des objectifs ambitieux pour le développement du pays à l'horizon 2030. Le NDP rappelle le rôle clé que doivent jouer la science et de la technologie pour atteindre ces objectifs et, plus spécifiquement, l'importance d'élever le niveau du corps professoral – dans les écoles primaires et secondaires, mais également à l'université – et de renforcer les liens entre formation, recherche et entreprises. Il fixe en particulier comme objectif d'atteindre le nombre d'1,6 millions d'étudiants dans le pays d'ici 2030 (983 698 étudiants en 2013, 975 837 en 2016²) et de former 6 000 doctorants par an.

Le DST a publié fin 2016, avec le soutien de l'Union européenne, une feuille de route sur les infrastructures de recherche (*South African Research Infrastructure - SARIR*) pour les quinze prochaines années. La feuille de route SARIR répond à la volonté de doter d'infrastructures de pointe le pays afin de le positionner comme chef de file du continent africain, de développer les capacités et d'attirer des scientifiques de haut niveau. Cette feuille de route est le fil conducteur de la politique sud-africaine d'investissement et de déploiement d'équipements et de laboratoires en matière de recherche. Elle sera revue tous les trois ans afin d'une part, d'évaluer la mise en place des projets et, d'autre part, de l'ajuster aux besoins futurs. D'autres feuilles de route (eau, déchets, espace, ICT) ont été publiées ces dernières années, traduisant la capacité du pays à définir ses orientations stratégiques.

Enfin, en septembre 2018, le DST a rendu public son projet de *White paper on science, technology and Innovation*. Celui-ci met l'accent sur la place de l'innovation comme conductrice du développement économique. Le *White Paper* appelle en effet à renforcer une culture de l'innovation à la fois au sein de la société et du gouvernement, en réaffirmant le besoin d'une coopération interministérielle et en développant des systèmes d'innovation locaux. Parmi les autres changements de politique, on note également l'intégration dans l'élaboration des politiques scientifiques, technologiques et d'innovation des entreprises (en particulier les PME) et de la société civile ainsi que la mise en œuvre d'une science accessible à tous, par la mise en place de bases de données ouvertes.

Un nouveau **Plan décennal pour la Science, la Technologie et l'Innovation** (*National Science, Technology and Innovation (STI) Foresight 2018*) remplaçant le TYIP est en cours d'élaboration et devrait être rendu disponible fin 2018, début 2019. Cette initiative, lancée par le National Council on Innovation (NACI – voir section 2) et placée sous l'égide du DST, vise à définir la stratégie sud-africaine pour 2019-2029.

SECTION 2. AGENCES D'ORIENTATION ET DE FINANCEMENTS

Pour définir sa politique, le DST s'appuie sur plusieurs organismes placés sous sa tutelle.

Le principal financeur sud-africain de la recherche est la *National Research Foundation* (NRF). Créée en 1999, cette agence sert d'intermédiaire entre le gouvernement et les institutions de recherche pour la mise en œuvre des grandes orientations scientifiques. La NRF joue principalement le rôle d'agence de

² *Statistics on Post-School Education and Training in South Africa in 2016*, DHET, 2018

financements, une partie moins importante de son activité étant consacrée à la recherche. Ses financements sont largement consacrés à la recherche universitaire, au développement de ressources humaines de haut niveau et au soutien des installations nationales de recherche, bien que les bénéficiaires incluent également des étudiants et des particuliers ou des entreprises.

Parmi les agences et organismes que le DST consulte pour définir sa stratégie, on notera également :

- Le *Human Sciences Research Council* (HSCR), organisme de recherche en sciences humaines, conseille le DST sur sa stratégie en matière de contribution de la science et de la technologie à la société, notamment à la lutte contre la pauvreté.
- L'*Academy of Science of South Africa* (ASSAf), académie nationale des sciences, regroupe les chercheurs les plus actifs dans tous les domaines de la recherche. A travers la publication de rapports réguliers, l'ASSAf élabore des recommandations pour augmenter l'impact de la recherche et de l'enseignement sur la société.
- Le *National Advisory Council on Innovation* (NACI) est un organe consultatif du DST pour les questions nationales concernant l'innovation, la science et la technologie.
- La *Technology Innovation Agency* (TIA) est chargée de promouvoir, valoriser et financer l'innovation technologique.
- Le *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR) est le principal centre de recherche non-universitaire, notamment axé sur la recherche militaire et appliquée.

Enfin, hors périmètre DST, le *National Science and Technology Forum* (NSTF), association à but non lucratif dont la centaine de membres est constituée des principaux acteurs du secteur (organismes de recherche, universités, groupement sectoriels d'industriels voire industriels eux-mêmes, chambres de commerce et ministères) émet des recommandations sur la politique scientifique et technologique. Le NSTF distribue par ailleurs annuellement des prix scientifiques prestigieux en Afrique du Sud.

SECTION 3. LES INSTANCES D'ÉVALUATION DE LA RECHERCHE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Outre les rapports d'activités annuels publiés par les ministères de l'enseignement supérieur et de la recherche (DHET) et de la Science et de la Technologie (DST), des instances visent à l'évaluation des politiques et des organismes de recherche, d'innovation et d'enseignement supérieur. Celles-ci souhaitent contribuer à une démarche plus globale de construction d'un système d'évaluation et de suivi pour mettre en œuvre et ajuster les politiques nationales.

1. National survey of research and experimental development

Chaque année, une étude chiffrée sur la recherche scientifique et les développements technologiques en Afrique du Sud est produite par le Centre pour les indicateurs de la science, de la technologie et de l'innovation du HSCR, commissionné pour ce faire par le DST. Ce rapport couvre tous les secteurs effectuant de la R&D : entreprises, ministères et provinces et municipalités, organismes de recherche, musées, établissements d'enseignement supérieur publics et privés, ONG,...

2. Le South African Science, Technology and Innovation Indicators

Le *National Advisory Council on Innovation* (NACI) précédemment mentionné publie annuellement un rapport en lien avec le DST sur les indicateurs dans les domaines de la science, de la technologie et de l'innovation, permettant d'identifier les défis à relever mais également les domaines dans lesquels des progrès ont été réalisés. Les indicateurs se basent aussi bien sur les données en termes d'investissements publics et privés en recherche et développement que sur l'impact social de la recherche et de l'innovation (part de femmes dans les secteurs de la recherche, nombre de doctorants formés...).

3. South African National Accreditation System - SANAS

Le SANAS est reconnu par le gouvernement (Act 19, 2006) comme le seul organisme national d'accréditation apte à reconnaître formellement les laboratoires ou les organismes de certification et d'inspection. Le SANAS met en œuvre sur le plan national l'initiative des Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL) de l'OCDE.

4. Council on Higher Education

Placé sous la tutelle du DHET, le Council on Higher Education a pour principales missions de développer et de mettre en œuvre un système d'assurance qualité pour l'enseignement supérieur, comprenant l'accréditation des programmes, les audits institutionnels, la promotion de la qualité et le développement des capacités. En outre, il est chargé de surveiller l'état du système d'enseignement supérieur et d'évaluer dans quelle mesure et avec quelles conséquences la vision, les buts et les objectifs de la politique en matière d'enseignement supérieur sont atteints.

CHAPITRE 2

LES MOYENS DE LA RECHERCHE

SECTION 1. LES DEPENSES CONSACREES A LA R&D EN AFRIQUE DU SUD

Entre 2014 et 2015, les investissements en recherche et développement sont restés inchangés à 0,8% du produit intérieur brut (PIB), en légère hausse par rapport aux 0,77 enregistrés en 2014. Toutefois, ce chiffre est encore loin de l'objectif des 1,5% fixé pour 2019 par le gouvernement sud-africain.

Une étude chiffrée sur la recherche scientifique et les développements technologiques en Afrique du Sud est produite annuellement par le *Centre for Science, Technology and Innovation indicators* du HSCR, commissionné par le DST. Les données présentées ci-dessous sont issues de l'analyse publiée en octobre 2017 et portent sur l'année fiscale 2015/2016³.

La dépense intérieure de recherche et développement (DIRD), ou Gross Domestic Expenditure (GERD), comprend les activités de recherche et développement (R&D) menées par les entreprises, les universités, les instituts de recherche, le gouvernement et les organisations à but non lucratif.

Augmentation des dépenses de R & D du secteur public

Les dépenses de R & D ont augmenté dans tous les secteurs en 2015, en particulier dans celui de l'enseignement supérieur. En effet, 1,5 milliard de rands (soit 90 millions €) de plus ont été dépensés par rapport à 2014 pour ce dernier (pour un total de 32 337 milliards de rands).

Le gouvernement reste le principal contributeur à la DIRD

Le gouvernement a augmenté sa contribution à la R&D. En étant à l'origine de 44,6% du total de la DIRD en 2015, il demeure ainsi son principal contributeur. Cependant, la croissance de la R & D financée par le gouvernement a ralenti de 2% en 2015.

En ce qui concerne le secteur privé, il participe à près de 40% à la DIRD, contribution cependant en baisse depuis 2013.

Historiquement, les sources extérieures de financements contribuent de manière importante à la DIRD : en 2015, elles s'élevaient ainsi à 13%.

Le nombre de chercheurs a augmenté en 2015

En 2015, le personnel de R & D, incluant doctorants et post-doctorants dans les universités, a augmenté de 35%, pour atteindre près de 75 000 personnes en 2015. Cette croissance est due à

³ *South African National Survey of Research and experimental development- Statistical Report: 2015-2016*

l'augmentation des recrutements nets, rendus possibles grâce aux politiques de formation et de développement des capacités mises en place par le gouvernement.

Les dépenses en R&D s'orientent de plus en plus vers la recherche appliquée

Depuis 2010, la recherche appliquée domine le secteur R&D en Afrique du Sud. En 2015, la recherche appliquée représente près de 48% de la DIRD, alors que les recherches expérimentale et fondamentale ne représentent respectivement que 27% et 25% de celle-ci.

Les sciences médicales et de la santé (19,8%), les sciences sociales (18,7%) et les sciences de l'ingénieur (16,8%) représentent la majeure partie des dépenses.

On note également une augmentation de la DIRD vers les technologies de l'information et de la communication, passant de 10 à 12 % entre 2013 et 2015. (voir Figure 1)

La forte croissance de la recherche en sciences sociales, depuis 2012, provient principalement du secteur des entreprises, qui par ailleurs réalise l'essentiel (63%) des recherches en sciences de l'ingénieur, les entreprises publiques n'y contribuant que pour 18%.

Figure 1- Dépenses en R&D par domaine scientifique

FIELD	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Division 1:										
Natural sciences, technology and engineering	88.2	87.6	87.5	87.0	85.3	85.2	81.2	80.2	80.7	79.1
Mathematical sciences	1.9	1.8	1.9	2.0	2.6	2.9	2.7	2.4	2.2	2.0
Physical sciences	4.0	4.3	4.5	3.1	1.5	1.5	1.6	1.5	2.0	2.4
Chemical sciences	3.6	4.2	5.0	4.1	4.3	5.7	6.1	5.1	4.4	4.6
Earth sciences	2.6	2.8	2.7	1.9	2.0	1.8	2.1	1.9	2.4	2.0
Information, computer and communication technologies	14.0	14.0	13.1	15.6	13.9	12.8	8.4	7.8	10.0	12.0
Applied sciences and technologies	11.0	9.8	9.1	8.3	10.6	9.5	9.4	8.4	5.3	4.7
Engineering sciences	20.9	22.5	24.4	21.9	17.8	17.0	16.4	16.8	18.7	16.8
Biological sciences	4.8	3.9	3.5	3.8	6.5	6.1	6.5	6.2	4.8	4.5
Agricultural sciences	6.9	6.8	5.5	6.9	6.5	7.7	7.6	8.6	9.1	8.0
Medical and health sciences	15.1	14.0	14.9	16.7	17.1	17.2	17.2	18.2	18.6	19.8
Material sciences	1.7	2.0	1.5	1.2	0.5	0.7	0.7	0.7	1.3	0.9
Marine sciences	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Division 2:										
Social sciences and humanities	11.8	12.4	12.5	13.0	14.7	14.8	18.8	19.8	19.3	20.9
Social sciences	9.4	9.7	9.6	10.7	12.4	12.6	16.8	17.5	17.0	18.7
Humanities	2.4	2.7	2.8	2.3	2.3	2.2	2.0	2.3	2.2	2.3
Total	100.0									

SECTION 2. LES MOYENS HUMAINS

Contrairement à la France, le système sud-africain ne fait pas de différenciation entre chercheurs et enseignants-chercheurs. Lorsque le terme « chercheur » sera utilisé ci-après, il fera donc référence à la fois aux chercheurs des instituts de recherche et aux professeurs des universités.

En 2015, l’Afrique du Sud compte 51 877 chercheurs⁴, dont près de 45% de femmes⁵ et 19 756 doctorants et post-doctorants.

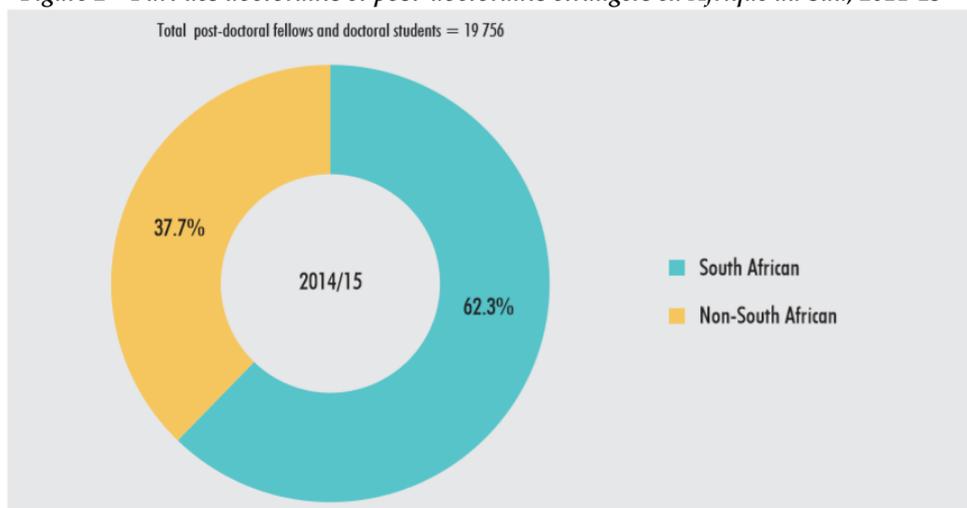
En le rapportant à la population active, l’Afrique du Sud, avec 1,66 chercheurs pour 1000 actifs⁶, se place dans la moyenne basse des BRICS (Chine 2,18‰ en 2016) et loin des pays de l’OCDE (8,32 ‰ en moyenne, 10,12‰ pour la France).

La répartition des chercheurs est caractéristique du système sud-africain où la recherche est principalement menée au sein des universités : 80,3% du total des chercheurs travaillent dans l’enseignement supérieur, 11,8% dans les entreprises et 4% dans les instituts de recherche. On compte enfin 3% de chercheurs au sein du gouvernement et 0,9% dans les organisations à but non lucratif.

Malgré la croissance de la population de doctorants, le nombre de diplômés reste loin de l’objectif fixé de produire 6 000 doctorants par an : 2 797 doctorats ont été délivrés en 2016, soit 10,6% de plus qu’en 2015. Ce phénomène est la cause de la pénurie de chercheurs en Afrique du Sud et de la faiblesse de leurs qualifications : en 2015, seuls 29,5% des chercheurs (hors doctorants et post-doctorants) sont titulaires d’un Doctorat, 56,3% d’un Master et 14,2% n’ont atteint que le National Diploma, l’équivalent d’un BTS en France.

La forte présence de jeunes chercheurs étrangers, qui représentent 37,7% des doctorants et post-doctorants en 2014/15, comble partiellement ce déficit. Ils sont principalement issus du continent africain et du fait d’un regain d’actions xénophobes, rencontrent des difficultés à s’installer durablement dans le pays.

Figure 2 – Part des doctorants et post-doctorants étrangers en Afrique du Sud, 2014-15



Sources : South African National Survey of Research and experimental development - Statistical Report: 2015-2016

4 OCDE, 2015

5 A titre de comparaison, 27% des chercheurs français sont des femmes

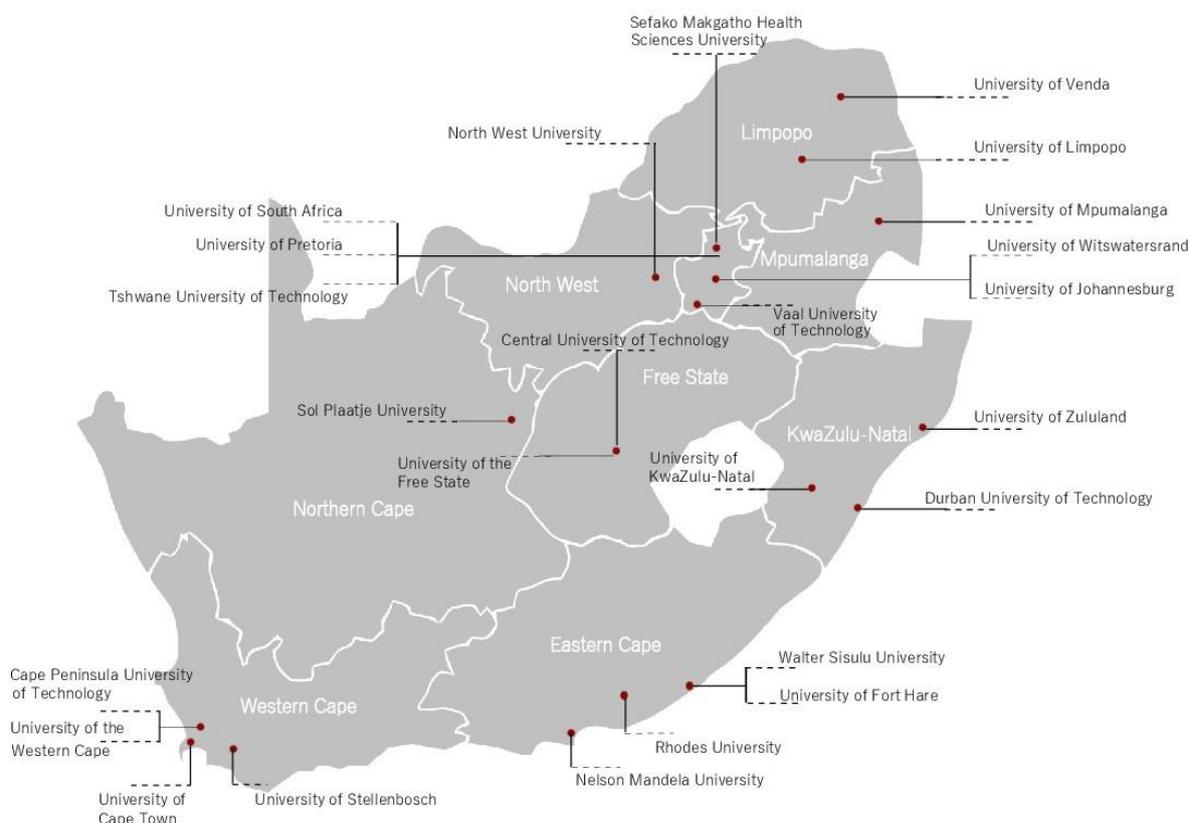
6 OCDE – 2015, Source: Main Science and Technology Indicators

CHAPITRE 3

REALISATION DE LA RECHERCHE, DOMAINES ET PRODUCTION SCIENTIFIQUE

SECTION 1. LES ACTEURS DE LA RECHERCHE ET DU DEVELOPPEMENT

1. Les universités, principales contributrices à la production scientifique



LE PAYSAGE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR EN AFRIQUE DU SUD : ELEMENTS DE CONTEXTE

Depuis 1994, date de l'avènement de la démocratie en Afrique du Sud, le processus de démocratisation du système universitaire a conduit à une augmentation de plus de 80% du nombre d'étudiants dans 26 universités publiques dotées d'une autonomie très large définie par la loi. Si l'accès aux études supérieures s'est nettement amélioré, l'Afrique du Sud fait toutefois face à des

enjeux majeurs et récurrents : coût élevé des études supérieures, manque d'équité dans l'accès à l'enseignement supérieur en terme de race, origine sociale et genre, forte hétérogénéité de la qualité des établissements et du niveau académique des enseignant-chercheurs, production insuffisante de Masters et PhD, ou encore faiblesse du niveau d'enseignement dispensé, notamment dans les universités les plus défavorisées. Traiter ces enjeux est fondamental pour le pays, qui fait face à un déficit majeur de compétences et qui projette dans son *National Development Plan* (NDP) de porter l'effectif étudiant à 1,6 millions en 2030.

LE FONCTIONNEMENT DES UNIVERSITES, LEURS ATOUTS

L'enseignement supérieur compte 26 universités publiques dans lesquelles se répartissent 1,1 millions d'étudiants et plus d'une centaine d'établissements privés de petite taille qui réunissent 30 000 étudiants. L'université tire ses revenus 1) des droits de scolarité payés par les étudiants (2 000 euros en moyenne par an), 2) des subventions accordées par le Department of Higher Education and Training (DHET) et 3) des contrats de recherche ainsi que des donations, d'entreprises notamment. Les droits de scolarité assurent en moyenne un tiers du budget global des universités, et leur recouvrement est donc critique pour garantir leur équilibre budgétaire. Leur niveau très élevé dans le contexte économique et social sud-africain a conduit à la mise en place d'un National Student Financial Aid Scheme – NFSAS – en 2011. Près de la moitié des étudiants bénéficient d'une aide de l'Etat, et ce taux atteint 90% dans certaines universités rurales.

L'enseignement supérieur sud-africain présente des atouts indéniables, avec quelques universités généralistes bien organisées sachant tirer profit de leur statut pour se financer correctement. Elles disposent ainsi en moyenne d'un budget annuel de près de 12 000 euros par étudiant. Les campus sont en général de très bonne qualité et les enseignants-chercheurs bien formés. Leur taille, généralement importante, assure aux mieux classées une excellente visibilité internationale. En revanche, les universités technologiques affrontent de nombreuses difficultés, parmi lesquelles des infrastructures dépassées et des enseignant-chercheurs insuffisamment formés (70% n'ont qu'un niveau Master, ou inférieur). Ayant souvent hébergé des leaders de l'ANC lors de l'Apartheid et recevant en majorité des étudiants noirs, elles bénéficient d'un soutien politique et financier constamment réaffirmé.

La dynamique des universités repose également sur l'action du Department of Science and Technology (DST), qui finance des bourses de Master et Doctorat, et met en place des programmes structurants pilotés par l'intermédiaire de la NRF (National Research Foundation) : chaires d'excellence (210 chaires au total), centres d'excellence (14 en 2018), centres de compétence ayant vocation à faire de la recherche appliquée en partenariat avec l'industrie.

Cet effort majeur du gouvernement sud-africain en faveur de l'enseignement supérieur et sa volonté de favoriser l'accès des populations défavorisées s'accompagne donc d'une forte hétérogénéité entre les établissements, les universités du Gauteng et de la province du Western Cape comptant sur leur

sol les établissements les mieux dotés, dont quatre figurent au Top500 du classement ARWU 2018 (universités de Cape Town, Wits, Stellenbosch et Pretoria).

UN SYSTEME D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR EN CRISE

L'enseignement supérieur sud-africain présente des défaillances majeures en termes de qualité d'enseignement, alors que près des deux tiers des enseignants-chercheurs (65%) ne détiennent qu'un niveau Master ou inférieur. Accroître la qualité de l'enseignement reste ainsi un enjeu de taille en raison du faible niveau de l'éducation secondaire, notamment dans les matières scientifiques, ainsi que de l'âge moyen élevé des étudiants intégrant un doctorat (38 ans en moyenne). Le Plan National de Développement (National Development Plan: Vision 2030), prévoit d'accroître le nombre d'enseignants dotés d'un doctorat, avec l'objectif d'atteindre d'ici 2030 100 doctorants par million d'habitants (contre 38 en 2015). Le système devra donc ainsi produire 6000 doctorants par an, alors qu'il n'en fournit que 2530 en 2015.

Les universités publiques font également face à des problèmes structurels, dont le nombre limité de places : seul 1 étudiant sur 8 en moyenne pouvant prétendre aux études supérieures est admis à l'université. En raison de la fiabilité limitée du Matric, l'équivalent du baccalauréat sud-africain, de nombreuses universités ont par ailleurs durci les conditions d'admission en première année, craignant que le taux d'échec ne nuise à leur compétitivité globale. Ainsi, certaines universités ont mis en place un concours d'entrée et imposent à certains élèves des programmes de remise à niveau d'un an (University Foundation Programmes).

LES UNIVERSITES TRADITIONNELLES

Les universités dites traditionnelles génèrent la plus grosse part des publications universitaires (80.4% en 2016). Les 5 premières universités du pays (University of Cape Town, University of the Witwatersrand, University of Pretoria, University of KwaZulu-Natal et University of Stellenbosch) comptent pour 78.2% des publications de celles-ci.

Elles accueillent la majorité des centres d'excellence (CoE) de la NRF et hébergent l'essentiel de la recherche universitaire en Afrique du Sud. Elles trustent les premières places au niveau du continent africain de la quasi-totalité des classements internationaux des universités. Les principales universités traditionnelles, historiquement favorisées par le régime de l'apartheid, à l'époque duquel elles étaient quasi-exclusivement réservées aux étudiants blancs, ont su maintenir leur excellence scientifique.

Elles proposent des formations non-technologiques, classées selon les deux niveaux suivants :

- Undergraduate : National Diploma (+2 ans) ou Bachelor (+3 ans);
- Postgraduate : Honours (+4 ans), Master (+5 à +8 ans), PhD (+7 ans à +11 ans).

	Budget consacré à la R&D (ZAR) ⁷	Nombre d'étudiants ⁸	Chercheurs (ETP) ⁹	Nombre de publications ¹⁰	Rang mondial ¹¹
					
 UNIVERSITY OF THE WITWATERSRAND, JOHANNESBURG	1 233 285 000	37 448	269	2 687	201-300
 UNIVERSITY OF CAPE TOWN	1 473 043 000	29 232	527.3	3 264	301-400
 UNIVERSITEIT STELLENBOSCH UNIVERSITY	1 125 733 000	30 161	398.1	2 185	401-500
 UNIVERSITEIT VAN PRETORIA UNIVERSITY OF PRETORIA YUNIBESITHI YA PRETORIA	933 182 000	53 232	380.8	2 295	401-500
 UNIVERSITY OF KWAZULU-NATAL	652 217 000	46 472	389.5	2 242	501-600
 NWU [®] North-West University	603 524 000	63 395	414.3	-	601-700

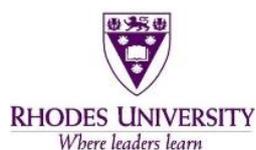
⁷ South African National Survey of research and experimental development, Statistical report : 2015-16

⁸ Statistics on Post-School Education and training in South Africa 2016

⁹ South African National Survey of research and experimental development, Statistical report : 2015-16

¹⁰ South African Science, technology and innovation indicators, 2017

¹¹ Academic Ranking of World Universities 2018



239 032 000	8 136	155.6	-	-
419 521 000	21 796	281.6	-	-
362 643 000	36 269	164.4	-	-
307 607 000	13 831	93.2	-	-
96 886 000	19 843	66.2	-	-



**UNIVERSITY of the
WESTERN CAPE**



University of the Free State



University of Fort Hare
Together in Excellence



LES UNIVERSITÉS GÉNÉRALISTES

Les universités généralistes produisent 14,7% des publications générées par les universités en 2016. Elles délivrent à la fois les diplômes techniques et généralistes.

Point d'intérêt remarquable, l'University of South Africa (UNISA) est la plus grande université du continent africain en termes d'étudiants. Dédiaée à l'enseignement à distance, elle offre des programmes académiques et professionnels également en présentiel.

**Budget
consacré à la
R&D (ZAR)**



**Nombre
d'étudiants**



**Chercheurs
(ETP)**



**Nombre de
publications**



**Rang
mondial**



443 016 000	51 795	234.5	1483	601-700
-------------	--------	-------	------	---------

 UNISA university of south africa	491 305 000	299 324	394.9	738	701-800
 NELSON MANDELA UNIVERSITY	285 928 000	27 780	629	-	-
 Walter Sisulu University	237 522 000	28 581	105.5	-	-
 UNIVERSITY OF ZULULAND RESTRUCTURED FOR RELEVANCE	79 338 000	17 662	40.5	-	-
 University of Venda	43 522 000	15 237	38.8	-	-

LES UNIVERSITES TECHNOLOGIQUES

Les universités technologiques, héritières des Technikons, englobent souvent plusieurs de ces anciens établissements. Il s'agit d'universités émergentes qui bénéficient d'un fort soutien politique. La Cape Peninsula University of Technology (CPUT) et la Tshwane University of Technology (TUT) en particulier se distinguent par leur dynamisme, la première consacrant plus de 180 millions de rands aux dépenses en R&D, la seconde en produisant plus de la moitié des publications des universités technologiques (371, pour un total de 603 sur l'ensemble des universités technologiques).

Elles proposent les formations techniques suivantes :

- Undergraduate : National Diploma (ND), Bachelor of Technology (BTech);
- Postgraduate : Master of Technology (MTech), Doctorate of Technology (DTech). Ce dernier, un doctorat en technologie, résulte de recherches à caractère appliqué.

**Budget consacré
à la R&D (ZAR)**



**Nombre
d'étudiants**



Chercheurs (ETP)



180 175 000	34 455	95.4
-------------	--------	------



160 364 000	58 901	47.7
85 990 000	28 377	44.7
68 316 000	15 708	68.5
60 920 000	19 241	55.1
17 668 000	11 588	20.3

LES NOUVELLES UNIVERSITES



Ayant accueilli ses premiers étudiants en 2014, l'Université du Mpumalanga est une université globale. 1 268 étudiants étaient inscrits en 2016.



Sol Plaatje University, université technologique, compte 703 étudiants en 2016. Créée en 2014, elle est la seule université de la province du Northern Cape.



La Sefako Makgatho Health Sciences University résulte de la séparation avec l'université du Limpopo. Université traditionnelle, elle accueille depuis 2015 5 402 étudiants. Elle consacre 167 449 millions de rands aux activités de R&D et compte 155.6 équivalent temps plein.

2. LES INSTITUTS DE RECHERCHE (HORS UNIVERSITES)

Les Instituts sous tutelle du Department of Science and Technology (DST)

- **Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)**

Créé par un acte législatif en 1945, le CSIR est la plus importante organisation de recherche hors enseignement supérieur d'Afrique avec près de 1 900 personnels de R&D. Son siège est situé à Pretoria et ses représentations sont établies dans les neuf provinces du pays.

Le CSIR a une mission de recherche finalisée et multidisciplinaire pour l'innovation technologique et le développement industriel. Placé sous la tutelle du DTI jusqu'en 2005, il dépend depuis du DST. Le CSIR est financièrement viable et a même dépassé en 2014/2015 ses objectifs. La subvention du DST (autrement appelée allocation parlementaire) représente 30% de ses revenus. Le reste de ses dotations provient d'organismes publics nationaux, provinciaux ou municipaux, ainsi que d'entreprises et organismes de recherche nationaux ou étrangers.

Sous mandat national, le CSIR mène ses recherches dans les secteurs définis comme prioritaires : l'industrie, la défense et la sécurité, l'environnement construit, l'environnement naturel, l'énergie, la santé et le numérique du futur. Il contribue également au soutien de programmes industriels en aérospatial, bio-production et fonderie, ainsi qu'à un programme pour les PME technologiques.

- **Human Sciences Research Council (HSRC)**

Le HSRC, placé sous la tutelle du DST, a été établi en 1968. Il est aujourd'hui l'Institut de recherche dédié aux Sciences Humaines et Sociales (SHS) le plus important du continent. Son mandat est de produire de la connaissance pour les décideurs politiques et la population, suivre et évaluer les politiques publiques, renforcer les collaborations scientifiques et aider au renforcement des capacités de recherche et d'infrastructures dans le domaine des SHS.

Le HSRC est composé des unités suivantes : Démocratie, Gouvernement et fourniture de Services (DGSD), Education et développement des Compétences (ESD), Performance économique et Développement (EPD), Aspect sociaux des VIH/SIDA et Tuberculose (HAST), Développement social et humain (HSD), Santé de la population, Systèmes de Santé et Innovation (PHHSI), Institut africain d'Afrique du sud (AISA) et Centre de recherche sur les BRICS.

- **Council for Geosciences (CGS)**

Le CGS est un conseil de recherche scientifique placé sous la double tutelle du DST et du *Department of Mineral Resources* (DMR). Ses objets sont, d'une part, l'accroissement de la connaissance en matière de géosciences et d'autre part l'offre de services liés. En plus de son siège à Pretoria, le CGS possède six bureaux régionaux. Ils proposent les services suivants : études géophysiques aéroportées et de terrain ; acquisition, traitement et interprétation de données géophysiques ; géosciences et ingénierie ; développement des ressources minérales ; hydrologie ; réhabilitation et gestion de l'environnement ; géologie marine ; données spatiales et système d'information géographique ; études géologiques régionales et cartographie.

- **South African National Space Agency (SANSA)**

L'agence spatiale nationale SANSA a été créée en avril 2011 par le DST pour développer le programme spatial sud-africain, contribuer à construire une industrie spatiale et soutenir la recherche dans les domaines des sciences de l'espace, de la communication, de l'ingénierie et de la navigation. Elle résulte de la fusion de plusieurs institutions plus anciennes : le Satellite Application Centre de Hartebeesthoek, le Hermanus Magnetic Observatory et l'Earth Observation Directorate.

Les missions de l'Agence sont multiples : distribuer des services et produits aux citoyens sud-africains et en Afrique australe, être un leader dans la R&D concernant l'espace, stimuler l'intérêt en sciences spatiales et développer les ressources humaines dans ce domaine, créer un environnement propice au développement industriel et enfin renforcer les partenariats. La SANSA est associée à de nombreux ministères du gouvernement ainsi qu'à d'autres institutions de recherche ou d'innovation (CSIR, NRF, TIA, CGS, WRC, etc.).

Elle est composée de quatre Directions :

- **Observation de la Terre.** Cette direction conduit et coordonne les efforts du pays en la matière. Ses activités se basent sur la stratégie nationale pour l'observation terrestre (SAEOS) et des initiatives internationales (GEO, GEOSS, CEOS).

- **Activités spatiales.** Elle propose des installations au sol de pointe et les services associés : le suivi, la télémétrie et le commandement de satellites, le soutien au lancement, les tests en orbite, le contrôle de navigation et la navigation spatiale. L'objectif est de faire de ces stations au sol des installations de premier ordre. Cette direction gère plus de vingt antennes et plusieurs stations terrestres basées à Hartebeesthoek.

- **Sciences spatiales.** Elle héberge le seul centre de météorologie spatiale d'Afrique. Par ailleurs, l'Afrique du Sud est le seul pays africain à avoir une base scientifique en Arctique et est idéalement située pour l'étude des anomalies magnétiques de l'Atlantique Sud (AMAS) : SANSA est un acteur clé du réseau mondial d'observatoires magnétiques. Ses activités incluent le suivi de la météorologie spatiale, mais aussi la recherche fondamentale et appliquée et la formation d'étudiants en doctorat.

- **Ingénierie spatiale.** Cette Direction soutient la stratégie nationale de recherche d'indépendance en développant les capacités du pays en matière de systèmes satellitaires, technologies uniques et compétences connexes.

Les infrastructures de recherche de la National Research Foundation (NRF)

La NRF, principale agence de financement de la recherche sud-africaine, conduit également ses propres recherches à travers des Instituts sur lesquels elle exerce sa tutelle.

- **South African Institute for Aquatic Biodiversity (SAIAB)**

Le SAIAB, localisé à Grahamstown (Eastern Cape), mène des recherches sur les poissons en milieu marin, estuarien et en eau douce. Orienté dans un premier temps sur la seule taxonomie, il s'intéresse

désormais à tous les volets de la biodiversité ichtyologique : écologie, éthologie, conservation, embryologie, génétique, paléontologie, morphologie et biologie moléculaire.

- **South African Environmental Observation Network (SAEON)**

Le SAEON est un réseau fournissant aux universités, centres de recherche et ministères des données et des éléments nécessaires à la recherche et à la prise de décisions politiques. Le réseau est composé de six établissements servant de plateformes de recherche sur les changements à long-terme des écosystèmes. Ces plateformes d'observation sont situées au Cap, à Pietermaritzburg, à Grahamstown, à Phalaborwa et à Kimberley.

- **National Zoological Gardens of South Africa (NZG)**

Le NZG est un zoo de 85 hectares situé à Pretoria qui cherche à devenir un centre d'excellence en biodiversité et biologie de la conservation. Il comprend une banque de biomatériaux de plus de 5 000 échantillons couvrant plus de 500 taxons, un Centre pour la science de la conservation axé sur l'écologie moléculaire et la génétique de la conservation et une clinique vétérinaire.

- **iThemba Laboratory for Accelerator Based Sciences (iThemba LABS)**

L'iThemba LABS est localisé sur deux sites près du Cap et à Johannesburg. Ces plateformes ont pour objet la recherche et la formation dans les domaines de la physique nucléaire, la science des matériaux et de l'ingénierie, la biologie, les nanosciences et nanotechnologies, la thérapie par particules pour le traitement du cancer et l'analyse isotopique de l'environnement. Ses accélérateurs de particules sont utilisés dans le cadre de la recherche fondamentale et appliquée utilisant des faisceaux de particules, la radiothérapie particulière anticancéreuse et la fourniture d'isotopes radioactifs pour la médecine nucléaire ou la recherche. Ces plateformes fournissent l'accès à des équipements de recherche de pointe aux différentes universités sud-africaines qui déclinent des programmes de Master ou Doctorat en physique nucléaire ou physique des matériaux.

- **Astronomy sub-Agency**

La **sous-Agence pour l'astronomie** a été lancée le 1^{er} octobre 2014. C'est une étape avant la mise en place d'une Agence indépendante de la NRF, qui sera chargée de la Stratégie pour la radioastronomie, dans le contexte particulier du développement du programme international SKA (Square Kilometer Array). La sous-Agence gère plusieurs accords de collaboration, notamment avec les Pays-Bas, la Grande-Bretagne, les Etats-Unis, l'Inde et la Chine. Elle supervise la gestion de SAAO, HartRAO (voir infra) et du projet SKA-SA, ainsi que d'un nombre croissant de programmes, projets et contrats.

South African Astronomical Observatory (SAAO). SAAO est un établissement national pour la recherche qui effectue de la recherche fondamentale en astronomie et astrophysique à un niveau international. Ce centre, spécialisé dans l'astronomie optique et infrarouge, a son siège au Cap. Ses principaux instruments sont situés à 360 km du siège, à Sutherland (Northern Cape). SAAO regroupe en ce lieu des télescopes de recherche sud-africains mais aussi japonais, coréens, russes et allemands. SAAO est par ailleurs en charge du fonctionnement du SALT, le Grand télescope d'Afrique australe.

Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory (HartRAO). Situé à 50km de Pretoria, c'est le seul

observatoire pour la radioastronomie et la géodésie spatiale d’Afrique. Il est utilisé à des fins de recherche et de formation.

Institut sous tutelle du Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF)

- **Agricultural Research Council (ARC)**

Créé en 1990 à travers l’Agricultural Research Act, l’ARC est aujourd’hui placé sous la tutelle du DAFF. L’ARC centre ses recherches sur les ressources naturelles et l’ingénierie, la production animale et la santé, l’horticulture et les grandes cultures.

Instituts sous tutelle du Department of Health (DoH)

- **South African Medical Research Council (SAMRC)**

Le SAMRC, placé sous la tutelle du ministère de la Santé (DoH), a été créé en 1969. Il est composé d’unités de recherche basées dans ses différents campus, d’unités et de centres de recherches externes situés dans les universités sud-africaines, d’un organisme pour l’innovation et d’un comité pour l’éthique. Les recherches qui y sont menées sont centrées sur les dix plus grandes causes de mortalité en Afrique du Sud. Les champs d’études suivants sont couverts : tuberculose, VIH/SIDA, maladies cardiovasculaires, addiction à l’alcool et autres drogues mais également l’impact du genre sur la santé.

- **National Health Laboratory Service (NHLS)**

Le NHLS est le plus important service de diagnostic des pathologies en Afrique du Sud où travaillent plus de 6 700 employés. Il a la responsabilité de soutenir le ministère de la Santé et les agences de santé provinciales dans la fourniture de soins de santé. Ce service est un réseau de laboratoires répartis sur le territoire, pouvant ainsi offrir à plus de 80% de la population des services de santé. Il offre également, en collaboration avec les universités technologiques du pays, des formations aux techniciens de santé.

Le NHLS mène des travaux de recherche au sein des départements de pathologie des neuf universités médicales associées (UCT, UFS, UKZN, UL, UP, SUN, WITS, WSU, UWC). Les études concernent les pathologies telles que le VIH, la tuberculose, le paludisme, les infections pulmonaires, la santé au travail, le dépistage du cancer du col de l’utérus et la malnutrition.

Institut sous tutelle du Department of Environmental Affairs (DEA)

- **South African National Biodiversity Institute (SANBI)**

Le SANBI est une entité publique créée en 2004 et placée sous la tutelle du ministère de l’Environnement (DEA). L’objectif de cet institut est de fournir un support au DEA afin qu’il puisse adopter des décisions politiques avisées et ainsi préserver les atouts naturels du pays. Pour cela, il coordonne à travers des programmes régionaux des recherches sur l’état de la biodiversité en Afrique du Sud et gère la collecte et le classement de la flore. Il est également gestionnaire du réseau des jardins botaniques nationaux. SANParks, l’organisme en charge de la gestion des parcs nationaux, est

un partenaire de SANBI, au même titre que la WWF ou le BGCI (Botanic Gardens Conservation International).

Institut sous tutelle du Department of Energy (DoE)

- **South African National Energy Development Institution (SANEDI)**

Le SANEDI est une entité nationale créée pour coordonner et financer des recherches dans le domaine de l'énergie et promouvoir l'énergie verte et l'efficacité énergétique en Afrique du Sud. Les programmes menés par l'organisme portent sur les combustibles fossiles de pointe, les solutions d'énergie propre, les transports "verts" ou encore les smart grids.

Institut sous tutelle du Department of Water Affairs (DWA)

- **Water Research Commission (WRC)**

La WRC, placée sous la tutelle du DWA, a été établie par le Water Research Act de 1971 après une période d'intense sécheresse. Les missions de la WRC sont de coordonner, stimuler et financer la R&D, établir les besoins, promouvoir un transfert effectif des technologies et encourager la formation dans le secteur de l'eau. La WRC tire l'essentiel de ses revenus d'une taxe sur l'eau consommée sur le territoire sud-africain.

SECTION 2. DOMAINES ET PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

1. Domaines traditionnels

LES RESSOURCES MINIERES

Le secteur minier joue toujours un rôle prépondérant dans l'économie du pays : il représente 7,3% du PIB en 2016 pour les seules activités d'exploitation. Riche de ses réserves mondiales de minerais (95,5% des réserves mondiales de platine, 74% des réserves de chrome et 11% des réserves d'or), l'Afrique du Sud joue un rôle primordial dans l'approvisionnement des puissances économiques émergentes. Le pays possède un secteur minier très actif et de haut niveau technologique.

Plusieurs organismes de R&D ont ainsi été créés pour venir en appui au développement de ce secteur essentiel de l'économie, comme Mintek et le Council for Geoscience.

Mintek, organisme de R&D spécialisé dans tous les aspects du traitement des minerais, de la métallurgie extractive et des technologies connexes a été créé en 1934 comme laboratoire de recherche sur les minerais. Il est en partie financé par l'Etat et ses activités sont essentiellement commerciales. Quoiqu'institut public de recherche et de conseil auprès du gouvernement sur les problématiques minières, Mintek est également – et cela constitue la majeure partie de son activité - une entreprise à caractère commercial développant des procédés pour les entreprises du secteur minier. Mintek est par exemple devenu l'un des leaders mondiaux dans le traitement industriel des minéraux lourds.

Des technologies de pointe sont développées dans tous les domaines liés à l'industrie minière : matériaux avancés, nanotechnologies, hydrométallurgie ou minéralogie, permettant à l'Afrique du Sud d'occuper certains marchés de niche, comme la communication à l'intérieur des mines ou la liquéfaction du charbon.

L'AGRICULTURE

Sur le territoire sud-africain, l'agriculture rurale de subsistance côtoie les fermes commerciales bien développées et à la pointe technologiquement. Ces dernières étant des points forts pour l'emploi et l'économie, une forte dynamique de recherche s'est créée autour du domaine agri/viticole, notamment dans les universités de Stellenbosch et de Pretoria.

L'Agricultural Research Council (ARC), décrit plus haut, est un autre exemple de la volonté politique de soutenir le secteur.

LA MEDECINE

Après trois Prix Nobel en médecine obtenus par des Sud-africains - Max Theiler en 1951 pour l'invention du vaccin contre la fièvre jaune, Allan Cormack en 1979 pour la tomographie par rayons X et Sydney Brenner en 2002 pour ses travaux en biologie moléculaire - et la première greffe du cœur réussie en 1967, la médecine est un domaine d'excellence du pays, soutenu par l'importance des dépenses de santé publique dans les domaines du VIH et de la tuberculose.

Le soutien à la recherche médicale est une des missions du ministère de la Santé via le SAMRC, sur lequel il exerce sa tutelle. Cette institution coordonne des programmes et des travaux de recherche médicale de haut niveau menés principalement dans les cinq universités les plus réputées, ainsi qu'au *National Health Laboratory Service*.

2. Secteurs stratégiques

ASTRONOMIE

Le Square Kilometre Array (SKA) est un projet international de radiotélescopes répartis sur deux sites en Afrique du Sud et en Australie, plus grand projet du domaine à l'échelle mondiale des 15 prochaines années. Il produira des masses de données telles que leur collecte et leur traitement requerront la levée de verrous technologiques.

Il s'agit d'un projet majeur pour l'Afrique du Sud qui y voit un levier de développement de l'enseignement supérieur et de la recherche du pays et le moyen de se positionner comme leader scientifique sur le continent africain. Le coût de construction de la phase 1 qui s'achèverait en 2027 est évalué à environ 850 M€. Une phase 2 porterait le projet à un coût de l'ordre de 5 Mds d'euros pour un coût annuel de fonctionnement de 10% environ. Ces coûts évolueront probablement du fait de nombreuses incertitudes technologiques et financières

La structure juridique envisagée est une organisation intergouvernementale, qui serait créée dès 2020.

ESPACE

L’Afrique du Sud, membre de la communauté spatiale internationale depuis 1960, s’est résolument engagée dans le secteur en 2008 avec la publication du *South African National Space Agency Act of 2008*, entraînant la création de l’agence spatiale nationale SANSa, *South African National Space Agency* deux ans plus tard. La SANSa a pour principales missions de construire une industrie spatiale et de soutenir la recherche dans les domaines des sciences de l’espace, de la communication, de l’ingénierie et de la navigation.

Preuve de son investissement, le pays a lancé trois micro- et nano- satellites et financé différents projets d’observation de la Terre, tels que le développement (en cours) d’un satellite de 350 kg, ainsi qu’une constellation de nano-satellites dédiée à la surveillance maritime – en collaboration avec la France – dans le cadre du plan Phakisa, stratégie maritime globale de l’Afrique du Sud pour développer son « économie bleue. ».

EAU

Depuis plusieurs années, l’Afrique du Sud souffre d’une sécheresse durable. La région du Cap occidental est particulièrement touchée. Les pluies sont insuffisantes pour assurer les besoins en eau de la région, qui eux ne cessent d’augmenter. Cette crise de l’eau, devenue nationale, a poussé l’Afrique du Sud à axer particulièrement sa recherche sur les technologies de l’environnement pour répondre à la pénurie cyclique d’eau.

Problématique récurrente, le gouvernement avait en 1971 créé en la Water Research Commission (WRC), placée sous la tutelle du Department of Water Affairs (DWA) suite à une période d’intense sécheresse. Les missions de cette Commission de recherche sur l’eau sont de coordonner, de stimuler et de financer la recherche et le développement sur l’eau, de promouvoir un transfert technologique et encourager la formation dans ce secteur.

GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE – SARIR

En 2016, la première feuille de route sur les infrastructures de recherche a été élaborée avec l’aide de l’Union européenne. Elle prévoit le développement de 13 infrastructures de recherche, dans des thématiques stratégiques pour le pays :

Domaine scientifique	Infrastructure de recherche identifiée
Hommes et société	South African network on health and demographic surveillance sites
	National centre for digital language resources
Santé, sécurité alimentaire et biologique	Distributed platform for « omics » research
	Biobanks
	Nuclear medicine research facility
Sciences de la terre et environnement	South African marine and Antarctic research facility
	Biogeochemistry research infrastructure platform
	Expanded national terrestrial environmental observation network
	Shallow marine and coastal research infrastructure
	Natural sciences collection facility
Matériaux et fabrication	Nano-micro manufacturing facility
	Materials characterization facility
Energie	Solar research facility

CHAPITRE 4

VALORISATION DE LA RECHERCHE

L'axe majeur de la stratégie sud-africaine en matière de R&D est l'accroissement de l'impact économique de la recherche. Le nouveau *White Paper on Science & Innovation*, en consultation publique à l'heure où ce document est rédigé, met davantage l'accent sur la place que doit occuper l'innovation en tant que vecteur de changements économiques et sociaux.

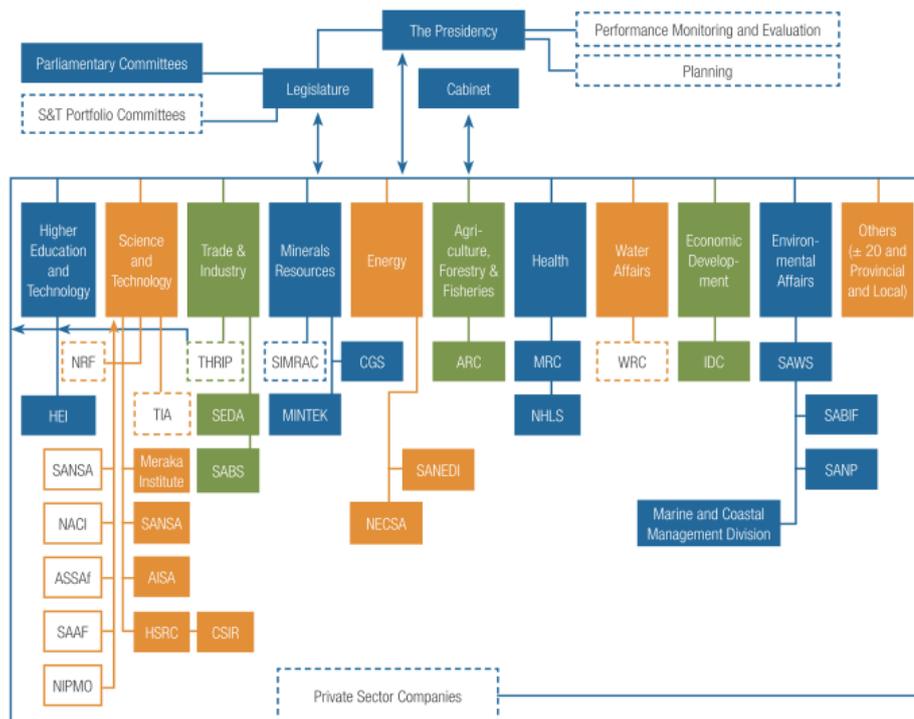
La valorisation de la recherche ne se résume cependant pas à l'exploitation commerciale des résultats. Elle doit également s'appuyer sur l'échange des connaissances dans tous les domaines du savoir. L'Afrique du Sud déploie ainsi des Centres d'Excellence ainsi que des Chaires internationales pour développer l'excellence de sa recherche et favoriser l'échange d'expertises en gagnant en visibilité internationale.

SECTION 1 – LE SOUTIEN PUBLIC A L'INNOVATION

1. Acteurs de l'innovation

Le paysage du soutien institutionnel de l'innovation en Afrique du Sud est très fragmenté, entre les différents ministères dont relève l'innovation et les nombreux organismes et agences supposés mettre en œuvre les politiques en matière d'innovation.

Systeme de l'innovation sud-africain



Source : Institute for Economic Research on Innovation, 2015

Le principal acteur est toutefois le DST qui anime la politique d'innovation du pays et structure le *National System of Innovation* (NSI). Le NSI, pour la première fois mentionné en 1996 dans le *White Paper on Science et dont le rôle important qu'il doit jouer dans le développement économique du pays* rappelé en 2018, doit servir de cadre à l'optimisation des performances technologiques et permettre de relever les défis sociaux tels que la pauvreté, les inégalités et le chômage.

Le DST exerce sa tutelle sur deux organismes liés intimement à l'innovation :

- Le *National Intellectual Property Management Office* (NIPMO), gardien de la loi de 2008 sur la propriété intellectuelle (*IPR Act 51 of 2008*), a été institué pour valoriser le potentiel d'innovation issu de la recherche publique sud-africaine et gérer le portefeuille de brevets national. La mission principale du NIPMO est d'appuyer par des actions de formation/conseil les bureaux de transfert de technologie des universités créés par la même loi.
- La *Technology Innovation Agency* (TIA) est en charge du financement de l'innovation, avec des moyens toutefois limités : 566 MZAR soit 35 millions d'euros par an en moyenne. TIA a également connu une crise majeure de gouvernance en 2013 et 2014. Depuis 2015 et l'arrivée d'un nouveau directeur général, cet organisme semble retrouver un fonctionnement correct, tout en restant très peu réactif aux demandes des innovateurs. L'agence peine ainsi à concrétiser les ambitions gouvernementales.

Au-delà du DST et de sa sphère d'influence – centres de recherche et universités compris –, de nombreux autres acteurs jouent un rôle significatif. Trois ministères sont intimement liés à l'innovation : le *Department of Trade and Industry* (DTI), l'*Economic Development Department* (EDD), et le *Department of Small Business Development* (DSBD).

Rattachée au ministère du développement économique (EDD), l'*Industrial Development Corporation* (IDC) a pour priorité le développement de chaînes de valeur à potentiel pour l'Afrique du Sud : agro-

industries, chimie, métaux et industries nouvelles.

La SEDA (*Small Enterprise Development Agency*, sous tutelle du DSBD) pilote un programme de plus de 50 incubateurs thématiques et technologiques.

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Le transfert technologique constitue une priorité rappelée par le *White Paper on Science, Technology and Innovation* du DST parue fin 2018.

Si en France, les offices de transfert technologique (TTO) ont pour la plupart, hormis certains grands centres de recherche thématiques, été intégrés régionalement dans des sociétés privées où les centres de recherche et universités sont actionnaires (Sociétés d'Accélération et de Transfert Technologique (SATT)), les TTO sud-africains sont encore pour la plupart intégrés dans les centres de recherche soit en tant que département à part entière ou en tant que service rattaché à la direction de la recherche et de l'innovation.

Néanmoins, le modèle privé semble trouver un écho à l'instar d'Innovus, société privée issue de l'Université de Stellenbosch dont le mandat est de commercialiser les technologies de l'université, et certaines TTO analysent l'opportunité de changer de modèle.

Aujourd'hui, les TTO sud-africains semblent faire face à un manque de compétences et de ressources pour diffuser les technologies issus des laboratoires de recherche. Les quelques succès de certaines universités et centres de recherche majeurs ne masquent pas le fait que le processus fonctionne avec difficultés en Afrique du Sud. Plusieurs raisons peuvent être mentionnées pour expliquer celles-ci :

- une structuration relativement récente de ces activités ;
- une rigidité du cadre de création d'entreprises pour un chercheur ;
- une frilosité des entreprises sud-africaines à s'engager sur la voie de la licence technologique – souvent lorsqu'il reste des développements à mener pour atteindre un stade commercial ;
- un manque de financement public pour la maturation des technologies entre le moment où elles sortent de l'université jusqu'à la mise sur le marché ;
- des professionnels de la valorisation en charge de la commercialisation encore peu rompus à l'exercice.

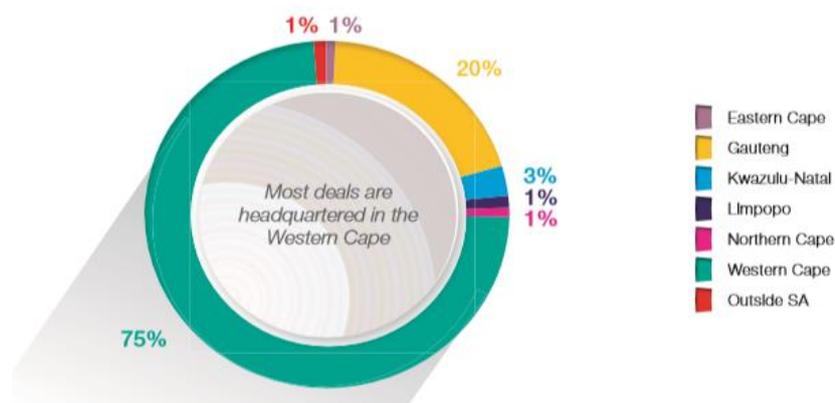
Ces offices de transfert technologique sont fédérés au sein de la *Southern Africa Research and Innovation Management Association* (SARIMA), organisation cofinancée par le DST, dont l'un des objectifs est d'améliorer l'impact économique des structures de recherche.

ENTREPRENEURS ET START-UP

Une étude du *Global Entrepreneurship Development Institute* (GEDI) de 2017 estime à 700-1200 le nombre de start-up au Cap et 200-500 à Johannesburg. Cette hétérogénéité dans la répartition spatiale des start-up se retrouve dans de plus fortes proportions encore au sein des décisions d'investissements privés sur le territoire sud-africain.

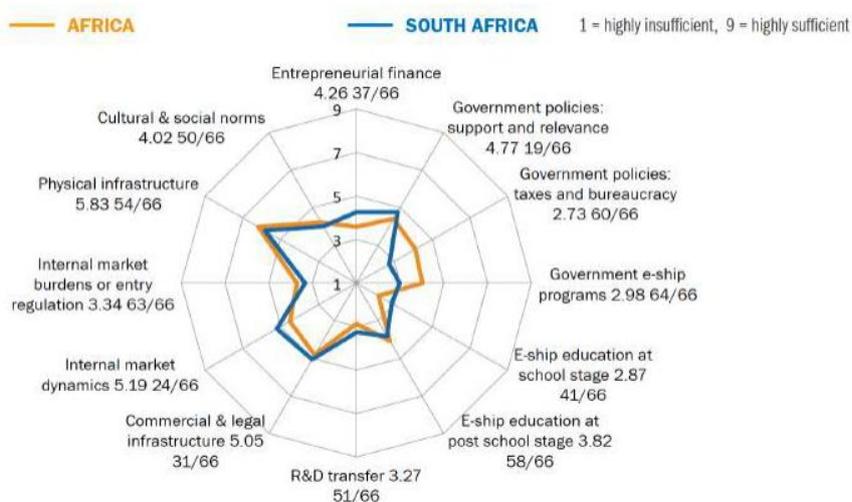
Localisation des investissements privés dans les start-up

Unité : % du nombre de décisions d'investissement



Source : Southern African Venture Capital and Private Equity Associate

Ce nombre de start-up, relativement faible en absolu, s'explique par la conjonction de plusieurs facteurs. Comme l'indique le graphique ci-dessous, extrait de l'étude du GEDI, au-delà des infrastructures, globalement de bonne qualité, la plupart des autres dimensions sont insuffisantes voire très insuffisantes : formation à l'entrepreneuriat à l'école, politiques gouvernementales de soutien, transfert de la R&D, dynamique du marché, procédures administratives...



Source : Global Entrepreneurship Development Institute

INCUBATEURS ET ACCELERATEURS

Il y aurait plus de 300 incubateurs et accélérateurs à l'échelle nationale en Afrique du Sud, contre 80 en France. La question de l'efficacité de ces structures sur le territoire compte tenu de l'atomisation des moyens, des ressources et des compétences se pose. Il est cependant à noter que des structures d'aide au développement de l'entrepreneuriat « non innovant » font également partie de la dénomination « incubateur », ce qui n'est pas le cas en France. Le fort accent du secteur public sur le développement de l'entrepreneuriat comme levier de création d'emplois ainsi que l'incitation des entreprises à investir dans des programmes de développement de TPE-PME dans le cadre du *Broad-Based Black Economic*

*Empowerment*¹² (B-BBEE) peut expliquer la création d'une telle configuration. Il n'est pas ainsi à exclure que le nombre de ces structures se réduisent à terme.

Les incubateurs sud-africains publics, très nombreux et souvent co-financés par la *Small Enterprise Development Agency* (SEDA) atteignent rarement les objectifs qui leur sont assignés en terme de création d'emploi, de création de valeur et en termes d'efficacité du soutien. La dimension innovation n'est pas suffisamment présente. Ainsi, SEDA a lancé un grand chantier pour les moderniser et de nombreuses études de benchmark internationaux sont réalisées, notamment sur la France, pour faire évoluer le modèle.

Ces incubateurs cherchent également à lever des fonds privés pour accélérer leur développement/transformation. En tant que structures d'accompagnement à l'« *entreprise development* », l'investissement dans ces structures permet de bénéficier de crédits BBB-EE. Cela représente une opportunité à la fois pour les entreprises internationales – qui doivent donc discerner les meilleurs programmes d'obtention de crédits – et d'investissement pour le développement de ces structures pour les incubateurs.

¹² « *Emancipation économique à large échelle des Noirs* »

Les clusters, en tant que groupements d'industriels, start-up, académiques et centres de formation autour d'une thématique ou d'un secteur particuliers sont également des acteurs importants de la chaîne de l'innovation. Ils peuvent représenter une plateforme d'échange et de travail collaboratif entre les parties prenantes et facilite l'émergence d'innovations développées en coopération.

La politique des clusters en Afrique du Sud est naissante et est encouragée par le DTI. L'objectif est principalement de développer des chaînes de valeur de bout en bout pour renforcer les filières industrielles. Alors qu'en France les pôles de compétitivité sont fortement tournés vers l'innovation, cela est moins le cas en Afrique du Sud.

Ainsi, le nombre de clusters recensé en Afrique du Sud est relativement restreint. Les clusters les plus actifs sont ceux de la filière viti-vinicole en particulier avec le « *Wine Industry Network for expertise and Technology* », du textile avec notamment le *South Africa Technical Textile Cluster*, de l'automobile et des produits chimiques, avec respectivement le *Durban Automotive Cluster* et le *Durban Chemicals Cluster*. Certains de ces clusters sont engagés dans des politiques d'internationalisation et de mise en place de collaborations volontaristes.

2. Les priorités thématiques

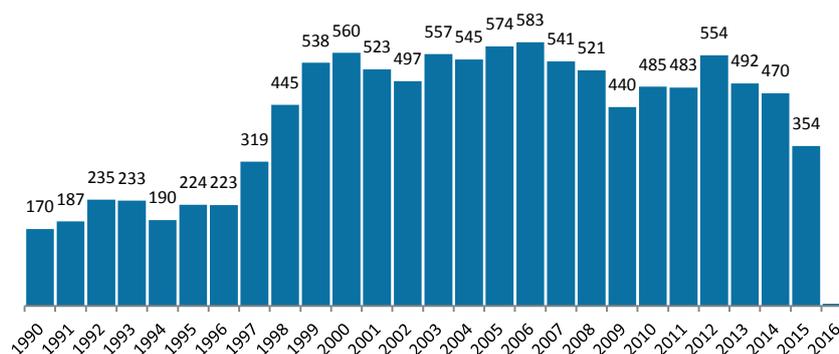
Le *Ten-Year Innovation Plan* de 2008 n'aborde pas directement la notion récente de 4^e révolution industrielle, thématique désormais d'importance se traduisant par de nombreuses actions en faveur de son développement. Ces priorités du TYIP se retrouvent en partie dans l'organisation même des structures de financement et de soutien à l'innovation, avec par exemple pour la TIA la fabrication avancée, l'agriculture, l'énergie, la santé, les TIC ou encore les ressources naturelles.

3. Dynamique et structures des dépôts de brevets en Afrique du Sud

Si les dynamiques de dépôts de brevets en Afrique du Sud sont difficilement comparables à celles que l'on observe à l'échelle européenne, et tendancielle à la baisse depuis 2012, l'Afrique du Sud n'en demeure pas moins l'acteur majeur du continent africain, en concentrant plus de 60% des dépôts intégrant des inventeurs du continent au cours de ces 25 dernières années. L'Afrique du Sud aura ainsi déposé près de 6 fois plus de brevets que l'Égypte, le deuxième déposant le plus important.

Dynamique temporelle des dépôts de brevets en Afrique du sud

Unité : nombre de familles de brevets (avec au moins un inventeur ayant une adresse en Afrique du Sud)

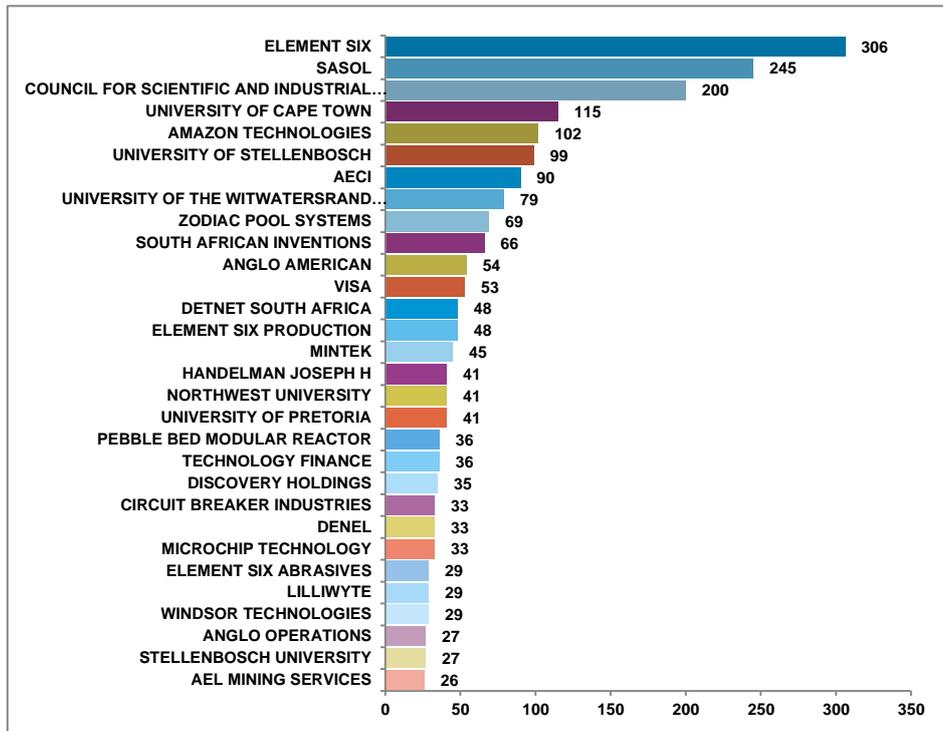


Source : Orbit Questel

Dans ce contexte, les acteurs publics de la recherche occupent une place singulière. Parmi les 10 principaux déposants du pays nous retrouvons outre le CSIR, l'université de Cape Town, l'université de Stellenbosch ou encore l'université de Wits. A titre de comparaison, la première université française se situait en 2017, au 35^{ème} rang des principaux déposants français.

Principaux déposants sud-africains de brevets au cours de ces 10 dernières années

Unité : nombre de familles de brevets (avec au moins un inventeur ayant une adresse en Afrique du Sud)



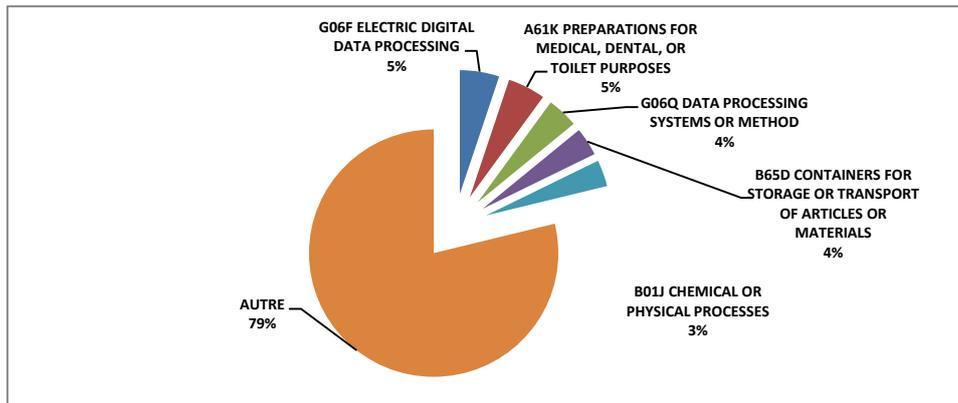
Source : Orbit Questel

Subsistent pour ces principales universités des stratégies claires de collaborations internationales et de pratiques de co-dépôts de brevets tant avec des acteurs publics, que privées. Si l'on retrouve de manière quasi-systématique des dépôts dans le secteur médicale, d'autres activités comme la biochimie et l'enzymologie apparaissent aussi comme des domaines privilégiés de ces universités.

Plus largement, toute nature d'acteurs confondus, l'activité de dépôts de brevets est globalement peu concentrée. Les 5 principaux domaines technologiques concernés ne rassemblent qu'un peu plus de 20% du total des dépôts du pays. On peut noter, néanmoins, la place singulière occupée par les technologies du traitement numérique des données domaine particulièrement dynamique au cours de ces dernières années, au côté des domaines de la santé, que l'on peut considérer comme un domaine historique de dépôts.

Concentration de l'activité de dépôts de brevets en Afrique du Sud

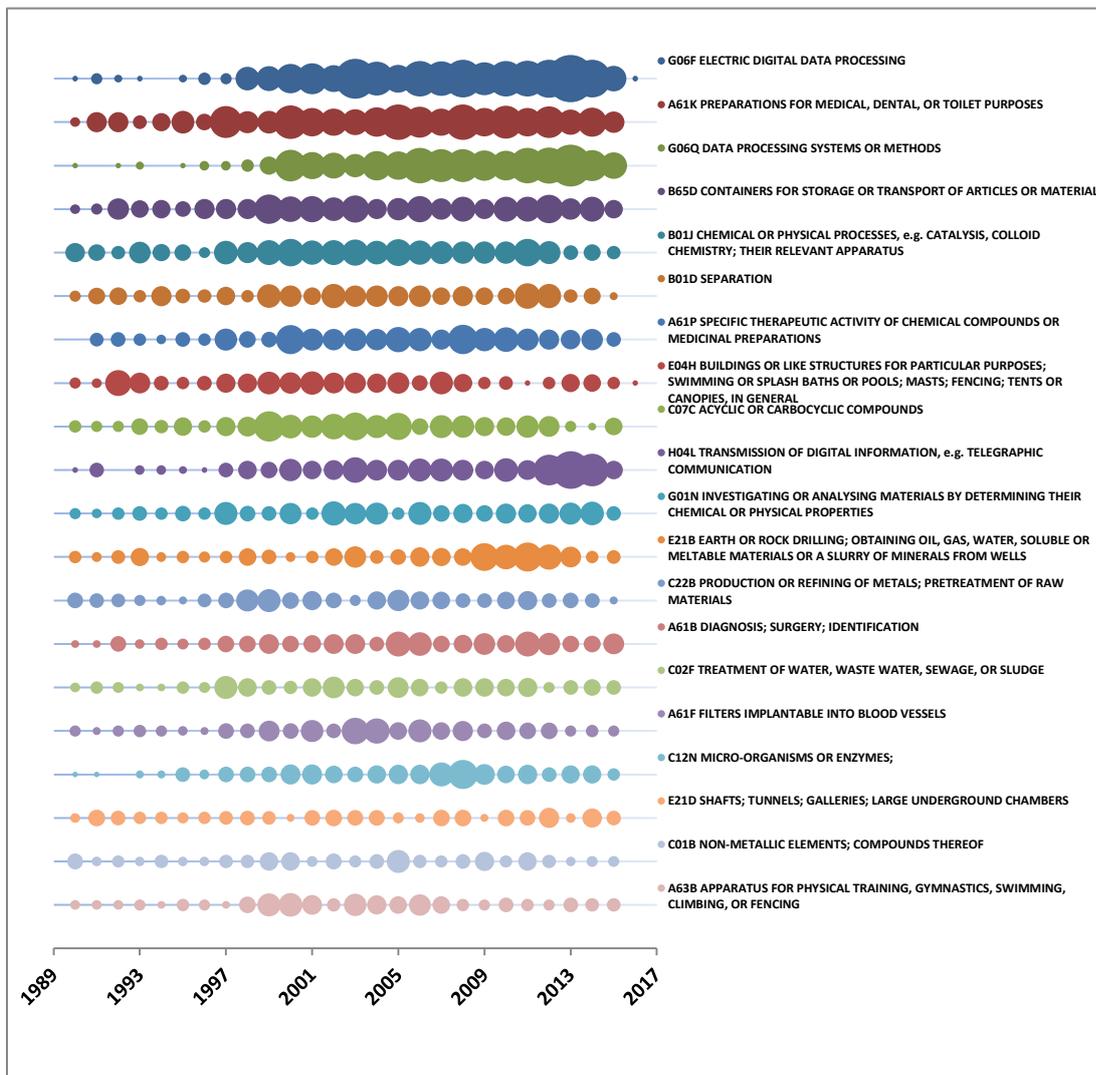
Unité : % du total de brevets



Source : Orbit/Questel

Dynamique temporelle des brevets sud-africains par domaine technologique

Unité : % du total de brevets



Source : Orbit/Questel

SECTION 2 – DEUX DISPOSITIFS STRATEGIQUES DE SOUTIEN A LA RECHERCHE ET AU DEVELOPPEMENT

La Direction des chaires de recherche et des centres d'excellence (CRCE) de la NRF regroupe deux investissements stratégiques du gouvernement sud-africain, à savoir l'Initiative des chaires de recherche sud-africaine (South African Research Chairs Initiative - SARChI) et les Centres d'excellence (CoE). Ces instruments de financement suivent une trajectoire d'investissements à long terme et sont conçus pour élargir considérablement la base de recherche scientifique et d'innovation en Afrique du Sud de manière à soutenir la mise en œuvre de la stratégie nationale de recherche et développement. À cet égard, l'Afrique du Sud doit produire masse critique plus importante, en particulier dans les domaines des sciences, de l'ingénierie, de la technologie et des mathématiques. Au sein des instituts de recherche publics, les centres d'excellence et SARChI sont des éléments clés qui aspirent à contribuer à la transformation de l'Afrique du Sud en une économie de la connaissance compétitive à l'échelle mondiale.

550 millions de rands ont été investis en 2016-17 pour la mise en œuvre de ces deux programmes.

1) Les centres d'excellence

Pour favoriser les collaborations dans les secteurs stratégiques spécifiés dans le TYIP, le DST et la NRF ont renforcé le programme structurant de Centres d'Excellence (CoE) lancé en 2004. Ces centres jouent deux rôles principaux: stimuler l'excellence de la recherche tout en formant simultanément des personnes hautement qualifiées pouvant avoir un impact significatif à la fois aux niveaux national et international dans des domaines clés de la connaissance. Le programme de CoE est conçu pour capitaliser sur la présence de scientifiques de haut niveau dans les établissements d'enseignement supérieur et pour renforcer le développement des capacités et la régénération de la communauté scientifique au sens large. Les objectifs stratégiques du programme incluent la stimulation de la recherche et une offre de pointe pour la formation de la prochaine génération de chercheurs tout en répondant aux impératifs de transformation de la société et de l'économie sud-africaine. Ce dernier point est central car tous les CoE étudient des questions clés d'importance stratégique pour l'Afrique du Sud, principalement liées aux questions sociales et économiques: défis sociétaux, industriels, médicaux et ayant trait aux ressources naturelles et à l'environnement.

Actuellement, 14 Centres d'Excellence sont financés par la NRF. Le National Institute for Theoretical Physics (NiTHEP), géré et communément désigné comme un quinzième CoE, n'en est statutairement pas un.

BIO-ECONOMIE



Centre of Excellence in Biomedical TB Research

La tuberculose : de son diagnostic à son traitement

Wits, SUN, UCT

Partenaires : Medical Research Council (MRC) National Health Laboratory Services (NHLS)



Centre for Invasion Biology

Biologie des espèces invasives et leur impact sur la biodiversité

SUN

Partenaires : UKZN, UCT, UP, UNIVEN, UJ, CSIR, Ville du Cap, SANParks, SAIAB, SANBI



Centre in Epidemiological Modelling and Analysis

Modélisation de la transmission et propagation des maladies répandues en Afrique

SUN



Centre in Birds as key to Biodiversity Conservation

Dynamique de la biodiversité

UCT, Percy FitzPatrick Institute of African Ornithology

Partenaires : UP, SUN, WITS, Northern Flagship Institution



Centre of Excellence in HIV Prevention

Recherches sur la prévention du VIH

UKZN, UCT, UWC, National Institute for Communicable Diseases

Partenaires : Université de Colombia, Etats-Unis



Centre in Tree Health Biotechnology

Promotion de la santé des arbres endémiques d'Afrique du Sud à travers l'utilisation des biotechnologies

UP

Partenaires : SUN, UCT, WITS, UFS, RU, Agricultural Research Council (ARC)

SECURITE ENERGETIQUE



Integrated Mineral and Energy Resource Analysis

Origine, distribution et caractérisation des ressources terrestres en minéraux et énergies fossiles en vue d'assurer leur durabilité

UJ

Partenaires : RU, SUN, UFH, UP, UVenda



Catalysis (c*change)

Catalyse chimique, notamment pour les carburants : conversion de gaz, paraffine et oléfines, produits chimiques de petits volumes

UCT

Partenaires : UWC, NWU, SUN, UKZN, UL, NMMU, HySA Catalysis



Strong Materials

Étude des matériaux résistants comme les alliages et oxydes métalliques, le diamant ou les composites

Wits

Partenaires : NMMU, SUN, UJ, UKZN, UL, MINTEK, NECSA

DYNAMIQUES SOCIALES ET HUMAINES



Scientometrics and Science, Technology and Innovation Policy

Sociologie de la science, politiques scientifiques et production du savoir dans l'Enseignement supérieur

SUN, TUT

Partenaires : CHET (Le Cap), CWTS (Université de Leiden, Pays-Bas)



DST-NRF Centre of Excellence
in Human Development

Individual and Society

Human Development (CoE Human)

Approche pluridisciplinaire du bien-être des enfants et de la famille

Wits

Partenaires : HSRC, MRC, RU, SUN, UCT, UFH, UJ, UKZN, UP, UNISA, UFS, NWU, UWC



Paleosciences

Paléosciences, collecte de fossiles et gestion des sites archéologiques

Wits

Partenaires : UCT, Ikizo Museum (Le Cap), National Museum (Bloemfontein), Albany Museum (RU), Ditsong Museum (Pretoria)



Food Security

Identification des programmes scientifiques et des politiques afin de surmonter l'insécurité alimentaire en Afrique du Sud

UWC, UP

Partenaires : UCT, UFH, UJ, UL, NMMU, NWU, SUN, TUT, UNISA, ARC, MRC

Partenaires internationaux: Australie, Etats-Unis



M a S S

Mathematical and Statistical Sciences – MaSS

Paradigmes mathématiques et modélisation mathématique, statistique et informatique pour la Terre et l'environnement

Wits

Partenaires : NWU, UKZN, UP, Wits

La NRF et le DST souhaitent créer de nouveaux CoE d'ici 2021, dans les thématiques suivantes :

- gestion durable de l'eau
- médecine nucléaire
- installations humaines
- systèmes de connaissances indigènes (Centre in Indigenous Knowledge Systems – CIKS).

2) Les chaires d'excellence – SARChI

Le second instrument phare du DST pour encourager la recherche est l'attribution de chaires d'excellence ou SARChI (South African Research Chairs Initiative). SARChI vise à accroître la capacité de recherche scientifique et d'innovation du pays en attirant – et en retenant - les chercheurs, considérés comme des experts mondiaux dans les établissements d'enseignement supérieur locaux et les centres de recherche nationaux. Le but fixé par l'initiative est de constituer une masse critique permettant d'accroître les capacités du pays en termes de supervision, d'équipements et d'étudiants autour d'un domaine spécifique, jugé prioritaire pour répondre aux besoins socio-économiques et suivant les tendances mondiales en matière de recherche. Les champs d'études doivent donc être pertinents sur le plan local et compétitifs à l'international.

La NRF a soutenu 210 chaires¹³, 200 d'entre elles étant opérationnelles. 78% de ces chaires sont coordonnées par des chercheurs locaux, parmi lesquels 39% sont des femmes et 26% des Noirs. Entre 2018 et 2021, la NRF souhaite investir R1,66 Md dans les SARChI, soit 10% d'augmentation en valeur nominale par rapport à l'investissement prévu sur la période 2015-2018.

La NRF envisage le co-financement de chaires internationales avec ses partenaires stratégiques, sur le modèle des chaires Afrique du Sud – Canada et Afrique du Sud – Royaume-Uni. Elle souhaite également déployer des chaires trilatérales, englobant plus largement l'Afrique en tant que continent. La France pourrait constituer pour l'Afrique du Sud une porte d'entrée pour l'Afrique francophone.

CHAPITRE 5

COOPERATION INTERNATIONALE

SECTION 1. LES PRINCIPAUX PARTENAIRES INTERNATIONAUX DE L'AFRIQUE DU SUD

1) Montée en puissance de la coopération avec la Chine et l'Inde

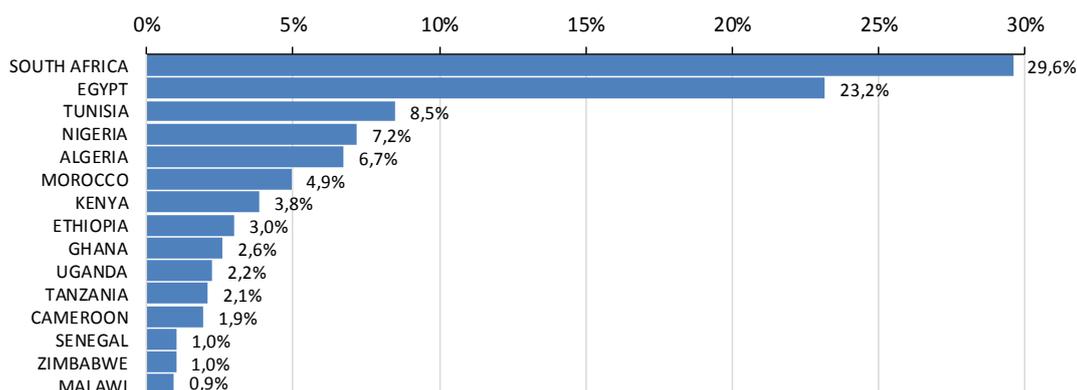


Figure 4 – Part de l’Afrique du Sud dans les publications africaines

L’Afrique du Sud, pays émergent, domine la production scientifique du continent africain avec plus du quart des publications (29.6% en 2013-2017 – voir Figure 4¹⁴). Son taux d’internationalisation est de 53%¹⁵ en termes de co-publications sur la période 2012-2017.

En termes de co-publications, la France est le 5^{ème} partenaire de l’Afrique du Sud avec 4259 publications cosignées sur 2013-2017, après les USA, le Royaume-Uni, l’Allemagne et l’Australie. Les co-publications franco-sud-africaines augmentent en moyenne de 17±4% par an depuis 2008.¹⁶

D’après les tendances actuellement observées, la France devrait être rattrapée par l’Inde en 2018-2019 (augmentation annuelle de 35% des co-publications) et par la Chine en 2020 (+ 23%/an). Sur cette même base, l’Afrique du Sud est le 31^e partenaire de la France, le 3^e en Afrique derrière la Tunisie (21^e) et l’Algérie (27^e).

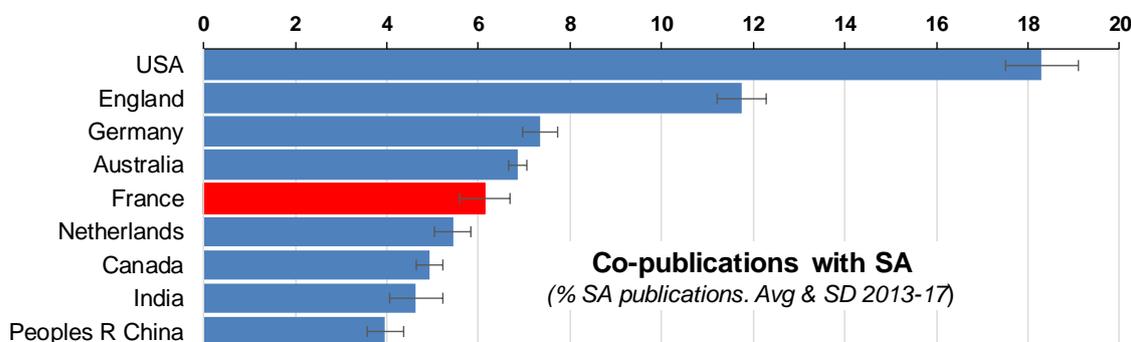


Figure 5 – Co-publications Afrique du Sud / Monde

¹⁴ Source : Web of Knowledge sept 2018, traitement : JP Torréton

¹⁵ 44 657 copublications avec d’autres pays sur un total de 84 012

¹⁶ Source : Web of Knowledge sept 2018, traitement : JP Torréton

2) Coopération scientifique et technologique entre l'Union européenne et l'Afrique du Sud

HORIZON 2020

La coopération entre l'Afrique du Sud et l'Union européenne a débuté en 1996. L'Afrique du Sud dispose d'un conseiller scientifique à Bruxelles. Tous les ans, les deux parties se réunissent lors d'un *Joint Science and Technology Cooperation Committee* et de nouvelles priorités de coopération ont été définies en 2016 : Sciences marines et innovation, nanotechnologies et nanosécurité, Open Science, Cloud.

L'Afrique du Sud était 5^{ème} partenaire de l'UE dans le 7^e PCRD (2007-2014) :

- 223 participants ont reçu une subvention globale de 33,9 M€.
- 11 chercheurs et 38 institutions ont été financés par les Actions Marie Curie (montant 1,9 M€).
- 964 partenaires sud-africains ont déposé des projets, pour un taux de réussite de 27,4 %.
- Ses principaux pays partenaires sont le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne, l'Italie et les Pays-Bas.

L'Afrique du sud a conservé sous Horizon 2020 le statut qui lui était attribué sous le septième programme cadre, lui permettant d'être **financée à 100 %**. Ainsi, le pays est considéré comme systématiquement éligible au financement, se distinguant par là des autres membres des BRICS qui ne le sont plus automatiquement.

L'Afrique du Sud conserve son statut de locomotive pour l'ensemble de l'Afrique avec un fort niveau de participation au programme : en décembre 2017, on comptait ainsi 65 projets H2020 et 2 ERC sélectionnés ayant au moins un partenaire sud-africain dans son consortium. La France est représentée dans **41 projets avec l'Afrique du Sud**. Ce nombre de projet fait de l'Afrique du Sud **un des 3 premiers pays tiers en termes de participation** au programme H2020 avec les USA et la Chine. Le taux de réussite des propositions soumises, de 22%, est bien supérieur à la moyenne générale de 14.3% (Avril 2017). L'Afrique du Sud est donc un **partenaire stratégique** pour l'Union européenne en matière de coopération scientifique.

Par ailleurs, alors qu'un recul de participation à Horizon 2020 est constaté au niveau africain par rapport au FP7, l'Afrique du Sud présente une **participation égale, voire supérieure**.

Les organisations les plus actives en matière de coopération scientifique sont la National Research Foundation, l'Université de Stellenbosch, le DST, l'Université de Cape Town, Kelvion Thermal Solutions. Les 4 premières institutions sont publiques et la dernière est une entreprise privée.

La France demeure un partenaire privilégié de l'Afrique du Sud, actuellement **2^{ème} sous H2020**, derrière la Grande Bretagne et devant l'Allemagne (Avril 2017).

La position privilégiée de l'Afrique du Sud en Afrique en matière de STI en fait un partenaire clé pour les équipes françaises qui voudront répondre aux appels d'offres sur des thématiques d'intérêt commun.

La mobilité internationale des crédits

Cette composante offre des financements pour des études, des formations et des stages à l'étranger, niveau licence, master et doctorat. Ce programme nécessite la **signature d'un accord institutionnel** entre les établissements d'enseignement supérieur d'un pays membre du programme (« pays programme ») et d'un pays ayant le statut de partenaire, incluant donc l'Afrique du Sud. L'objectif de cette composante est de financer 130 000 mobilités à l'horizon 2020.

En 2017, le budget européen pour l'Afrique du Sud était de **1,6 millions d'euros**, dont 200 000 € disponibles pour les partenariats avec la France, pour un financement français demandé de 600 000€.

Au 1^{er} janvier 2018, on dénombre des partenariats institutionnels entre des établissements d'enseignement supérieur de 28 pays programme et 21 établissements sud-africains.

L'université de Stellenbosch est la plus active dans ce programme, suivie des universités de Pretoria, de Cape Town, de Johannesburg et de Rhodes. L'Espagne est le pays membre du programme ayant le plus d'échanges d'étudiants et de personnel avec l'Afrique du Sud.

La France a **12 partenariats actifs avec des universités sud-africaines**, à travers trois universités françaises : l'université de Montpellier (13 étudiants en mobilité, 7 personnels administratifs et professeurs en formation ou enseignant), Sciences-Po Paris (6 étudiants en mobilité) et l'UPEC (2 étudiants en mobilité, 4 personnels en formation ou enseignant). A noter également un partenariat entre le Lycée technique agricole Boyer de la Giroday et l'université du KwaZulu-Natal pour la mobilité du personnel.

Les masters conjoints Erasmus Mundus

Les curricula des masters Erasmus Mundus sont créés par un consortium d'universités. Les étudiants sélectionnés pour ces masters doivent effectuer des mobilités dans au moins deux des pays membres du consortium.

D'ici 2020, 350 nouveaux masters conjoints doivent être financés et 30 000 bourses de mobilité accordées, dont au moins **75% à destination des étudiants et personnels des pays partenaires** (hors pays programme).

L'Afrique du Sud est partenaire de 5 masters Erasmus Mundus. Sur la période 2014-2016, 34 étudiants sud-africains de niveau master et 6 doctorants ont bénéficié d'une bourse. La France est l'un des pays d'accueil, à travers le **projet AESOP+** (*A European and South African Partnership on Heritage and Past*) co-coordonné par Toulouse III et l'université du Western Cape. Le projet se termine à la fin de l'année 2018.

Renforcement des capacités dans l'enseignement supérieur

Ce programme vise à une coopération transnationale basée sur des partenariats multilatéraux entre des institutions d'enseignement supérieur des pays programme et des pays partenaires. Les principaux objectifs de ce programme sont la **modernisation de l'enseignement supérieur**, une

meilleure adaptation des cursus au marché du travail et l'internationalisation des établissements d'enseignement supérieur. 1 000 nouveaux projets sont/seront financés sur la période 2014-2020.

Pour l'Afrique du Sud, les priorités du programme ont été identifiées par le Department of Higher Education and Training. **13 millions d'euros sont alloués à l'Afrique du Sud pour sa participation sur l'ensemble de la période.**

Depuis 2014, le programme finance 13 projets nationaux ou régionaux impliquant des universités sud-africaines (23), en tant que partenaires à part entière ou associées. Les Pays-Bas sont en tête en termes de nombre de projets coordonnés (3), suivis de l'Allemagne (2).

La **France est coordinatrice d'un projet**, à travers l'université de Montpellier : « YEBO ! » vise à l'internationalisation de l'enseignement doctoral en Afrique du Sud. 7 universités sud-africaines participent au projet, qui dispose d'un budget global de près de 940 000 €.

L'université de Stellenbosch est la seule université sud-africaine coordinatrice d'un projet ("StoRM" - « *Strengthening of collaboration, leadership and professionalisation in Research Management* ») dans le cadre de ce programme.

Les actions Jean Monnet : chaires, projets et réseaux

Ces actions ont pour but de développer les études portant sur l'Union européenne dans sa globalité (processus d'intégration, rôle joué par l'UE à l'ère la mondialisation, dialogue entre les peuples...) et ce, à l'échelle mondiale.

Le budget par an pour ce programme est de **11 millions d'euros en moyenne**. En Afrique du Sud, **l'université de Pretoria est la seule à avoir obtenu des financements** : 4 projets ont été sélectionnés depuis 2014.

L'Afrique du Sud tire globalement avantage des opportunités de financements européens. Le programme Erasmus+ permet de tisser des liens académiques et institutionnels entre établissements d'enseignement supérieur européens et sud-africains. Cependant, les universités historiquement désavantagées restent sous-représentées dans les différentes composantes du programme, d'où l'intérêt de mieux communiquer sur les fonds disponibles mais également sur les opportunités de partenariats.

La culture de la mobilité pour les étudiants sud-africains demeure très faible, malgré l'implication de nombreuses institutions sud-africaines dans les programmes.

3) La mobilité : politiques d'attractivité développées par les opérateurs

La majorité des programmes unilatéraux de bourses proposés par les opérateurs des pays représentés en Afrique du Sud s'adresse à l'ensemble des étudiants du continent africain. Ils sont majoritairement fléchés et ouverts à tous niveaux d'études.

Les deux principaux pays de destination des étudiants sud-africains sont **les Etats-Unis** (23,6% du total des étudiants sud-africains en mobilité) et **le Royaume-Uni** (15%), avec qui l'Afrique du Sud partage des affinités linguistiques et culturelles. Par le programme « *Fullbright Scholarships* », les Etats-Unis ont offert en 2018 29 bourses complètes de niveaux master et doctorat, dont certaines pour la prestigieuse université d'Harvard.

L'un des opérateurs les plus actifs est le *Deutscher Akademischer Austauschdienst* (DAAD), association

rassemblant les établissements d'enseignement supérieur allemands. Une antenne du DAAD est implantée à l'université de Wits, lui conférant une importante visibilité auprès des étudiants sud-africains. Le DAAD informe sur l'ensemble des opportunités de financements des études en Allemagne et propose trois programmes de bourses : mobilité vers l'Allemagne pour les Masters et Doctorants ; mobilité vers l'Afrique, dans des centres d'excellences identifiés par le DAAD ; et des bourses d'études en Afrique du Sud, co-financées par la Fondation nationale pour la Recherche (NRF).

Outre ces deux grands pays concurrents, **onze pays ont développé des programmes de co-financement de bourses de mobilité à destination des étudiants sud-africains avec le DHET**, les principaux étant la Hongrie, la Russie, le Royaume-Uni et la Chine.

SECTION 2. LA PRESENCE FRANÇAISE

1) Les acteurs

LE BUREAU DE REPRESENTATION IRD-CNRS-CIRAD

L'Innovation Hub de Pretoria accueille l'unique bureau de représentation conjoint IRD-CNRS-Cirad à l'étranger. Doté d'une compétence régionale, le bureau est le partenaire privilégié du poste pour la mise en œuvre de la coopération scientifique franco-sud-africaine. Les trois opérateurs couvrent en effet 60% des collaborations entre nos deux pays.

Le bureau se donne pour principales missions d'informer les équipes de recherche françaises sur l'écosystème sud-africain de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation ; de créer des liens entre les laboratoires; d'aider les chercheurs à structurer leurs coopérations dans le cadre d'outils dédiés mis en place par les trois organismes; de promouvoir les recherches menées, non seulement auprès des acteurs institutionnels français et sud-africains mais aussi, à plus large échelle, auprès du public.

Les actions phares de la coopération de ces trois Instituts sont décrites en annexe 1.

L'IRD – Institut de recherche pour le développement

Organisme pluridisciplinaire reconnu internationalement, l'IRD est un établissement public français placé sous la double tutelle du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation et de celui de l'Europe et des affaires étrangères. Il porte une démarche originale de recherche, d'expertise, de formation et de partage des savoirs au bénéfice des territoires et pays qui font de la science et de l'innovation un des premiers leviers de leur développement.

L'IRD, conduit en collaboration avec les grandes universités et institutions de recherche du pays des projets de recherche et de formation, actuellement essentiellement focalisés en océanographie, agro-écologie et sciences de la santé. Il déploie depuis 2009 un laboratoire mixte international en océanographie avec l'université de Cape Town.

Le CNRS – Centre national de la recherche scientifique

Le CNRS est le plus grand organisme public de recherche en Europe (32 000 personnes dont 11 137 chercheurs). Il exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, produit du savoir et le met au service de la société. Avec 17 lauréats du prix Nobel et 11 de la Médaille Fields, le CNRS a une longue tradition d'excellence.

Troisième partenaire étranger de l'Afrique du Sud après les Universités de Londres et de Californie, le CNRS collabore dans des secteurs très diversifiés. Sur la base des co-publications, les principaux champs concernés sont : physique (33% des co-publications 2013-17), astronomie-astrophysique (32%), sciences de l'environnement - écologie (9%) et géologie (5%). Les universités de Cape Town, de Witwatersrand, de Johannesburg et du Kwazulu Natal sont les principaux partenaires. Le CNRS dispose sur place d'une UMIFRE, l'Institut Français d'Afrique du Sud (IFAS-Recherche), de 4 laboratoires internationaux associés (LIA) et d'un réseau de recherche international (GDRI).

Le Cirad - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération pour le développement durable des régions intertropicales et méditerranéennes. Ses activités relèvent des sciences du vivant, des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur appliquées à l'agriculture, à l'alimentation, à l'environnement et à la gestion des territoires. En Afrique du Sud, il collabore principalement dans les domaines des politiques publiques, de la santé animale, de la lutte contre les ravageurs de cultures et les sciences alimentaires. Il est partenaire de l'Université de Pretoria au sein du Centre d'Excellence GovInn (Innovation en matière de Gouvernance) dont le projet scientifique se décline autour de quatre objets de gouvernance : l'économie, les biens communs, les communautés régionales et la sécurité.

L'IFAS – RECHERCHE

Les projets scientifiques sont promus et organisés par IFAS-Recherche, section scientifiques de l'Institut français d'Afrique du Sud, sous l'autorité conjointe du Ministère français des Affaires étrangères et européennes et du CNRS. Avec son mandat régional sur douze pays d'Afrique australe, il promeut la recherche en sciences humaines et sociales, en particulier la préhistoire, l'archéologie, l'histoire, les études urbaines et les sciences politiques. Il soutient les échanges scientifiques entre les chercheurs et institutions français, européens et sud-africains (tels que Wits University, UCT, l'Université de Pretoria ou la National Research Foundation) et encourage la création d'équipes de recherche transnationales. Plusieurs projets sont également menés en coopération avec d'autres secteurs de l'Ambassade de France en Afrique du Sud à travers son Service de coopération et d'action culturelle (SCAC).

LES CENTRES FRANCO-SUD-AFRICAINS DE FORMATION PAR LA RECHERCHE

Le French-South African Institute of Technology – F'SATI

Le French-South African Institute of Technology est un institut de formation par la recherche et l'innovation dans le domaine de l'ingénierie des technologies du génie électrique et de l'information, créé en 1996 et basé dans deux universités technologiques : la Cape Peninsula University of Technology et la Tshwane University of Technology. Le F'SATI a reçu, lors du Forum Scientifique sud-africain (SFSA 2016) qui s'est tenu en décembre 2016, le prix de la « diplomatie scientifique ». Remis par la ministre de la Science et de la Technologie de l'époque, Madame Naledi Pandor, ce prix est venu récompenser le F'SATI pour « *sa contribution exceptionnelle au développement du capital humain en Afrique du Sud depuis 20 ans* ».

Fer de lance de la coopération franco-sud-africaine en matière de recherche et de formation, le centre a inauguré en avril 2018 le ZACUBE-2, démonstrateur pour une constellation de nano-satellites dédiée à la surveillance maritime dans le cadre de l'opération Phakisa, la stratégie maritime globale sud-africaine, visant à inscrire pleinement le pays dans l'économie bleue. ZACUBE-2 devrait être lancé en décembre 2018 depuis la Russie.

Outre cette réussite technologique, le F'SATI forme en 2018 à Tshwane University of Technology 70 étudiants en master et 27 doctorants, dont 8 en cotutelle, dans les disciplines suivantes : ingénierie du handicap, de l'eau, télécommunications. A la Cape Peninsula University of Technology, second nœud du F'SATI, ce sont 61 étudiants en master et 13 doctorants qui bénéficient des programmes offerts par le centre de formation et de recherche en ingénierie spatiale.

Le French South African Agricultural Institute (F'SAGRI)

Prévu par une lettre d'intention signée par les Ministres de l'Agriculture et des Affaires Etrangères en octobre 2013, lors de la visite d'Etat du Président Hollande en octobre 2013, le F'SAGRI (French South African Agricultural Institute) a démarré ses activités en 2015.

Le projet est encadré par un accord intergouvernemental signé le 9 juin 2016. Celui-ci prévoit un renforcement des capacités des universités et instituts de recherche sud-africains (ARC) dans les domaines agricoles et alimentaires (formation d'étudiants, d'enseignants, programmes de recherche communs...). Il prévoit aussi le développement d'entreprises innovantes et plus généralement un lien étroit avec les entreprises et communautés locales du secteur agricole et agro-alimentaire.

Le projet a été centré sur 3 universités, dites « historiquement désavantagées » : Fort Hare, Limpopo et Venda. Du côté français, **Agreenium** (qui rassemble les écoles d'enseignement supérieur agricole publiques) a été choisi comme partenaire.

Les objectifs à long terme du F'SAGRI sont la mise en place de curricula de Bachelor et Master sur le thème de la transformation alimentaire, le renforcement des capacités des personnels enseignant et technique, la formation d'étudiants et le transfert de savoirs et compétences vers les communautés agricoles locales.

En 2018, 8 étudiants sud-africains ont effectué des mobilités en France dans le cadre du F'SAGRI, soit dans des laboratoires de recherche partenaires, soit dans des cursus de Master.

Le F'SAGRI s'est vu octroyer, dans le cadre du Fonds de Solidarité Prioritaire pour l'Innovation (FSPI) un budget de 370k€ pour 2018-2019, qui permettra de financer diverses actions de renforcement des capacités et l'équipement de plateformes techniques.

Initialement basé à Fort Hare, le « cœur » du F'SAGRI est en 2018 transféré à l'université de Limpopo où une experte technique internationale du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation sera affectée à partir de novembre 2018 pour 3 ans.

International Centre for Education, Marine and Atmospheric Sciences over Africa (ICEMASA)

Le laboratoire mixte international ICEMASA, pour *International Centre for Education, Marine and Atmospheric Sciences over Africa*, (IRD, UCT, DAAF, UBO, CNRS-INSU, DEA), créé en 2009, arrive à son terme en fin d'année 2018. Avec 310 articles publiés dans des revues à comité de lecture par le réseau ICEMASA, l'Institut de recherche marine de l'Université du Cap (UCT) et le Centre Nansen Tutu (Norvège), plus de 100 heures de cours par an délivrés par les partenaires français en Honours et Masters de l'UCT, la co-organisation d'écoles d'été et des séminaires thématiques et le co-encadrement de 67 étudiants (26 PhD, 33 Masters, 8 Honours, à 61% africains), ce laboratoire conjoint a fortement contribué au développement de l'océanographie en Afrique du Sud et à son rayonnement.

Le modèle ICEMASA mis en place au Cap est facilement applicable à un réseau élargi d'universités partenaires en Afrique du Sud et en France. Un projet de Master co-badgé en océanographie a été élaboré par 4 universités intéressées (UCT, UWC, UFH, NMU). S'appuyant sur les collaborations développées avec les universités de Brest (UBO) et de Montpellier, il sera présenté dans les prochains mois au DST et au DHET. Un atelier de restitution organisé en octobre 2018 a permis de consulter les partenaires et constitue ainsi la première étape en vue d'élaborer un nouveau « *science plan* » pour cette coopération historique et emblématique en océanographie.

LES CENTRES FRANCO-SUD-AFRICAINS DE FORMATION PROFESSIONNELLE

Le F'SASEC et l'électricité/l'énergie

Le *French South African Schneider Electric Center* (F'SASEC) est un des centres d'excellence pour la formation professionnelle mis en place par le Ministère de l'Education nationale en 2012 en partenariat avec Schneider Electric et l'université technologique de Vaal. Depuis 2016, le dispositif F'SASEC évolue de façon remarquable avec 4 nouveaux sites implantés dans des universités et collèges techniques sud-africains, opérationnels fin 2018 : Sedibeng TVET College, College of Cape Town et l'Université de Johannesburg. L'ouverture en avril 2018 d'un nouveau laboratoire d'automatisation représente une nouvelle phase d'expansion pour le F'SASEC, qui s'accompagne de la mise en place d'une nouvelle formation aux automates programmables industriels (ou PLC).

Depuis sa création, les différentes implantations du F'SASEC ont permis la formation de près de 1100 étudiants.

Le PLMCC et le développement des logiciels industriels

Le Product Lifecycle Management Competency Center (PLMCC) est un autre centre d'excellence du MEN, implanté en 2012 dans le cadre d'un partenariat avec l'entreprise Dassault Systèmes et

l'université technologique de Cape Peninsula (CPUT). Le PLMCC délivre des certificats pour l'usage de logiciels de gestion du cycle de vie des produits et a déjà formé plus de 250 techniciens. Le PLMCC voit son réseau susceptible de s'élargir, avec l'ouverture d'un second site à DUT (Durban University of Technology), probablement début 2019.

2) Les programmes incitatifs mis en œuvre par l'ambassade

LE PARTENARIAT HUBERT CURIEN PROTEA

Le Partenariat Hubert Curien (PHC) PROTEA, créé en 1997, est un excellent moteur pour favoriser les co-publications et initier des collaborations pérennes. Selon une enquête menée par la MEIRIES en 2017, **70% des projets financés dans le cadre du programme franco-sud-africain donnent lieu à des publications** entre les équipes partenaires.

Le PHC, doté d'un budget de 240 000 € par an, est co-financé par la NRF. PROTEA est un programme attractif. En témoignent les 244 projets déposés sur la période 2011-2015 et les 92 candidatures en cours d'évaluation pour l'année 2018. En moyenne, **17 nouveaux projets sont financés par an**.

Le PHC PROTEA encourage la participation des jeunes chercheurs (72% des projets impliquent des doctorants) afin de former la nouvelle génération de scientifiques et pour ainsi pallier la pénurie de compétences dans les universités sud-africaines anciennement défavorisées.

PROTEA constitue un excellent capital d'amorçage pour la création de partenariats pérennes. Malgré un financement destiné essentiellement à la mobilité, 82% des projets continuent à l'issue des deux années de soutien.

PROGRAMME DE BOURSES DU GOUVERNEMENT FRANÇAIS

Depuis 2011, l'ambassade de France à Pretoria a mis en place un programme de bourses pour la mobilité étudiante vers la France. Il s'adresse aux étudiants sud-africains et basotho détenteurs d'un diplôme de Bachelor ou Honours (quatrième année post-baccalauréat) et désireux de poursuivre leurs études de Master en France. Il s'adresse également aux doctorants souhaitant effectuer une thèse en cotutelle avec un établissement d'enseignement supérieur français.

Ce programme s'avère être désormais le premier poste de dépense du SCAC. Sur la période 2011-2018, l'Ambassade y aura consacré plus de 2,8 Millions d'€, soit près de 200 bourses (une vingtaine par an en moyenne, 45 en 2018 grâce à l'octroi de bourses de sécurité sociale).

L'année 2018 est marquée par deux changements notables. Tandis que sur la période 2011-2017, les boursiers étaient majoritairement masculins (52% en Master, 80% en Doctorat), les femmes sont majoritaires en 2018 (60% en Master 81% en doctorant). Depuis deux ans, ce poste a souhaité donner au programme de bourses une coloration plus scientifique, et en 2018, 59% des boursiers s'affichent dans les domaines science, ingénierie et innovation contre 21,7% l'année dernière. Les principales thématiques étudiées par les boursiers seront ainsi en 2018 la sécurité alimentaire, la chimie, les sciences marines, l'espace et la biologie.

Le poste soutien les coopérations existantes et la mise en place de coopérations en organisant des rencontres et en finançant de manière ponctuelle les frais de transport de chercheurs et enseignant-chercheurs entre la France et l’Afrique du Sud.

3) L’action de la France dans les domaines de l’innovation

La France est également un partenaire économique important de l’Afrique du Sud avec plus de 360 sociétés françaises implantées en Afrique du Sud employant plus de 30 000 salariés. Si la France n’est que le 11ième fournisseur (4ème européen après l’Allemagne, le Royaume-Uni et l’Italie) avec une part de marché de 2.2% et le 28ème client, l’Afrique du Sud est le principal partenaire de la France pour l’Afrique sub-saharienne.

En Afrique du Sud, la France s’attache à rapprocher les écosystèmes respectifs de l’innovation à travers plusieurs actions :

- depuis 2016, elle développe le programme **Young Enterprise Initiative** (YEI) pour attirer les meilleurs start-up à fort contenu recherche et technologie (deeptech) : une dizaine de start-up sud-africaines ont déjà suivi un programme d’accélération en France.
- Le **French Tech Hub du Cap**, inauguré en 2016, regroupe une quinzaine de start-up, organismes de formation et incubateurs en associant les autorités sud-africaines (gouvernement, province, ville).
- Le French Tech Hub du Cap se positionne dans le paysage sud-africain en organisant des événements majeurs comme l’**Africarena**, ayant vocation à devenir le rendez-vous annuel des technologies de l’information en Afrique.
- Le **French South African Tech Labs**, partenariat public-privé entre Methys et l’agence publique nationale sud-africaine du développement des PME (SEDA) inauguré au Cap en février 2017 : il s’agit d’un **incubateur et accélérateur** ayant pour objectif la création d’une quinzaine de **start-up sud-africaines**.

Le rapprochement des écosystèmes de l’innovation et la création de liens pérennes ont été rendus possible grâce à la présence pendant quatre ans d’un expert international pour l’innovation. Depuis septembre 2018, un Attaché pour l’innovation a rejoint le Service de coopération et d’action culturelle de l’ambassade, afin de poursuivre et développer les actions menées.

La France met plus particulièrement l’accent sur le secteur des industries culturelles et créatives (ICC - livre, musique, cinéma, télévision, radio, jeux vidéo).

Ainsi, elle a créé en 2016 le **Digital Lab Africa (DLA)**, premier dispositif de soutien à la production de contenus audiovisuels innovants à l’échelle de l’Afrique subsaharienne (francophone et anglophone). Le DLA a été pérennisé et élargi grâce à la création du **Digital Content Hub (DCH)** lancé en juillet 2018 en partenariat avec Tshimologong, prestigieux cluster d’innovation sud-africain associé à l’Université de Wits. Ce Hub est le premier incubateur physique de contenus audiovisuels innovants en Afrique Sub-saharienne.

SECTION 3. PERSPECTIVES DE COOPERATION

1) Création de l'Institut des Sciences Spatiales de l'Université panafricaine

L'Université panafricaine est une institution créée par l'Union africaine, constituée de 4 instituts spécialisés, dont l'*Institute of Water and Energy Sciences* en Algérie. Le cinquième institut, axé sur les sciences spatiales, sera basé et piloté à CPUT (université hébergeant l'un des deux sites du F'SATI). Cet institut ouvrirait ses portes aux premiers contingents étudiants en 2020, et est prévu comme un hub regroupant plusieurs universités sud-africaines, spécialisées dans l'observation de la terre, les opérations spatiales, l'ingénierie spatiale et les sciences de l'espace. Le démarrage du projet est cependant freiné par un désaccord entre l'Union africaine et l'Afrique du Sud quant au statut fiscal des agents de l'Institut.

2) La France rejoint la SKA-O

Le consortium Maison SKA-France, piloté par le CNRS, est devenu le 12ème membre de la SKA Organisation, responsable de la coordination des activités mondiales du projet de radiotélescope Square Kilometer Array.

Après avoir réintégré le projet SKA dans sa feuille de route des grandes infrastructures de recherche en mai dernier, la France franchit une nouvelle étape en juillet 2018. Le Comité de direction de la SKA Organisation a en effet accepté la demande d'adhésion du CNRS.

Maison SKA-France, consortium coordonné par le CNRS, fédère cinq organismes de recherche et universités (le CNRS, l'Observatoire de Paris, l'Observatoire de la Côte d'Azur, les universités de Bordeaux et d'Orléans), ainsi que sept partenaires industriels (Air Liquide, ATOS-Bull, Callisto, CNIM, FEDD, Kalray, TAS). La France contribuait déjà grandement au projet SKA en tant que pays observateur, notamment avec la participation de chercheurs français à chacun des 11 groupes de travail du SKA.

Cette adhésion permettra au consortium de déposer une candidature crédible en 2021 dans le cadre de la prochaine feuille de route nationale des infrastructures de recherche.

3) L'internationalisation des Chaires d'Excellence

L'internationalisation du dispositif des Chaires d'Excellence du DST et de la NRF permet d'envisager des collaborations structurées et de long terme dans des domaines clés pour la France. Les Chaires, disposant d'un important budget, représenteraient un très bel outil de visibilité pour la coopération franco-sud-africaine.

4) Développement des programmes de co-financements de bourses

La mobilité étudiante et post-doctorale est encore balbutiante. L'Afrique du Sud, consciente de l'enjeu de développer une masse critique hautement qualifiée, développe avec ses partenaires des programmes de mobilité, à travers le DHET. Le co-financement de bourses permettra de renforcer la visibilité de la France en doublant le nombre d'étudiants financés pour faire des études en France métropolitaine et dans les Départements Outre-Mer (La Réunion, notamment).

ANNEXE 1 – ACTIONS PHARES DU CNRS, DE L'IRD ET DU CIRAD (ANGLAIS)

Palaeoanthropology, prehistory, archaeology

Started in 1995

CNRS, Toulouse Univ, Paris 10 univ, INRAP, IFA S-Research, WITS, UP, UJ, Ditsong, Nat Museum Bloemfontein...

D Gommery, J Brags, L Bruxelles, G Porraz ...
M Bamford, F Thackeray...

Erasmus Mundus partnerships (AE SOP, AE SOP+)
RSA → EU
> 30 MSc
> 15 PhD
~5 Post-Docs
Staff 10-15

>20 RSA
>20 France

MEAE Commission des fouilles
CNRS, ANR
WITS, NRF, South African Heritage Resource Agency...

Remarkable paleoanthropological and archaeological heritage in UNESCO World Heritage Site *Cradle of Humankind* (Kromdraai, Sterkfontein, Bolt's farm) and other sites such as the *Bushman rock shelter*

Emblematic South African – French cooperation since 23 years



LIA HOMEN Hominids and Environments: Evolution of Plio-Pleistocene Biodiversity supported by NRF and CNRS since 2011



GovInn, Governance Innovation

Collab UP – Cirad since 1997
GovInn since 2015

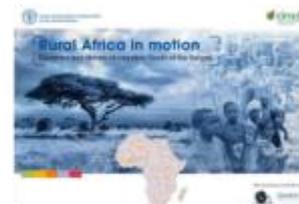
Chris Nshimbi
Bruno Losch

UP, UWC
Cirad

20 research fellows (associates, post-docs, emerging researchers)

2017
4 PhD
2 Masters
6 post docs

NRF, NRF CoE food security, Cirad, Friedrich Ebert Foundation, Mellon Foundation, Belmont Foundation, Govt of Flanders, Codesria, GIZ, FAO...



GovInn is an 'innovation laboratory' capable of generating new thinking about governance and development.

Broad range of topics:

- **new economic governance** (foresight thinking, alternative development approaches and new metrics of economic performance and wellbeing),
- **governance of the commons** (land, food, water, energy, agriculture and natural resources),
- **transboundary governance** (regional integration, civil society, migration and human development)
- **security governance** (livelihoods, people's centered development and creative conflict transformation).

In the coming years GovInn will develop research on emancipatory governance, as a necessary way for the inclusion of a diversity of stakeholders as real contributors to decision making.

LIA DROUGHT, Social flexibility, adaptation, & species range shifts in response to CC

Since 2002
2015 LIA ECO-RHAB

Neville Pillay
Guila Ganem
Carsten Schradin

WITS
Succulent Karoo Station
N Museum Bloemfontein
ISEM Montpellier
IPHC Strasbourg

France: 13 scientists
RSA: 6 scientists



CNRS, NRF (LIA ECORHAB 2015-18)

Extreme events due to global change threaten biodiversity, leading to the 6th mass extinction.

Limits of individual resilience to changes?

Will influence the risk of population and species extinction, leading to ecosystem dysfunction.

Objective:

Estimate resilience to environment changes (individual, population, and species levels).



Model: African striped mice *Rhabdomys*

Widely distributed over a gradient in aridity and climate variability
Each study year = 1 generation

- How social flexibility enables individuals to cope with unpredictable environmental change, and populations to persist in a changing world
- Physiological response to arid constraints, and tracks of selection with genome-wide association analyses
- Impact of biotic and abiotic constraints on population growth and risks of extinctions
- Impact of species interference on their response to abiotic constraints

Project of CNRS UMI REHABS, Reconciling Ecological and Human Adaptations for a Biosphere-based Sustainability Under CNRS evaluation

2011 with ZA Hwange
2015 with NMU

H Fritz, CNRS

Nelson Mandela University
CNRS
University of Lyon

NMU
Postgraduate
students 13.5/yr

France: 2 FTE
RSA: 3.6 FTE

CNRS, Belmont Forum, NRF, ANR...

The UMI aims to be a hub for **innovative research on social-ecological systems and biosphere-based sustainability for the Anthropocene**. It will be hosted by Nelson Mandela University

4 themes complemented by cross-cutting research projects:

- **Humans as hyper-keystone species:** Understanding how responses of biodiversity and ecosystems to human practices drive the functioning of the biosphere in the Anthropocene.
- **Nature's contribution to humans and humanity:** Reconciling perspectives on development, innovation, risk and wellbeing with biosphere foundations and cultural pluralism.



Sustainability Research Unit



Environmental recovery after the Garden Route fires

- **Environmental governance and co-viability in multifunctional landscapes:** Conditions for active stewardship of landscapes, seascapes and urbanscapes in the new context of the Anthropocene.
- **Methods and approaches for long-term social-ecological studies and engaged research:** Developing frameworks, co-designing protocols, analyses, co-learning and engagement.

LIA VOCOM, Evolution of vocal communication: testing the impact of social systems, phylogeny and conditions of life

Since 2003
2014 LIA VOCOM

Adrian Craig
Martine Hausberger



Rhodes University,
WITS,
University of Limpopo
ETHOS, Rennes



France: 8
RSA: 9



6 MSc (1SA, 5Fr),
1 PhD (partly, SA)
Postdoc (2 months, Fr)



CNRS, NRF, Univ of Rhodes, WITS, Univ of Rennes

Different theories for evolution of vocal communication:

- language have evolved from communicative gestures, hence as a unique human property
- social conditions have conditioned the evolution of vocal signals, and suggests a continuum from animal communication to human language



Ethology, neurosciences, physiology, ecology, genetics, molecular biology to study on song- and nonsong-birds and mammals:

- the influence of social structure on the transmission of potential "vocal traditions"
- the relation between population and vocal structures
- the influence of the emitter's internal state on its vocal structures

Conservatory water and soil management, the carbon cycle

Since 2007

Vincent Chaplot, IRD Paris;
Rebecca Zengeni, UKZN



UKZN
WRC
Stellenbosch
SAEON
ARC
IRD



France: ~20
RSA: ~20



2 honours,
9 Masters,
7 PhD (South Africa,
Swaziland, Zimbabwe,
Burkina Faso, Sudan)



WRC, NRF, MEAE, Univ of Rhodes, WITS
CNR S, Univ of Rennes, Univ Burgundy

Recurrent grassland burning, soil compaction by heavy machinery, soil tillage, soil sterilization and water pollution by use of pesticides puts at risk the durability of agriculture and releases soil carbon to the atmosphere as greenhouse gases



Students perform soil measurements in South Africa, as part of research on the impact of agricultural practices on water erosion and the fate of soil organic carbon.

Projects aim at designing the land uses of tomorrow, for a sustainable use of agricultural land while mitigating CC through C sequestration into soils:

- Nutrient and organic carbon fluxes in small scale agriculture
- water movement, land degradation and carbon cycle at basin level
- Impact of agricultural practices on the destocking of organic carbon
- Water use efficiency and carbon sequestration potential of Indigenous crops
- ...



Intensive grazing for short duration to rehabilitate degraded grasslands

Diversity and evolution of beneficial and pests insects in agroecosystems

2000s with CBGP
2018 for these projects

J Haran, Cirad

University of Stellenbosch
Cape Town Museum of
Natural Sciences
Cirad, CBGP team

France: ~50
RSA: 7
Africa: 6

1 PhD
1 honours

Agreenskills program (France-EU)
Hortgro (South Africa), PalmElit, EU

Exploration of the specific and functional diversity of insect species in tropical agroecosystems via high-throughput DNA sequencing approaches.

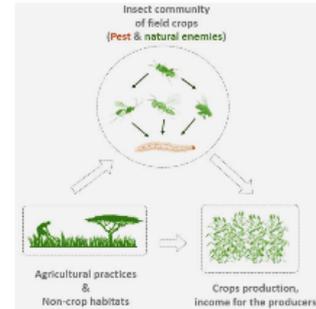
Part of a broader framework for the development of agroecology in this region.

Expertise from CBGP team for identification of insect of crops (pests & beneficial species) via morphology, DNA barcoding and metabarcoding.



Present projects:

- Opi-Syst 2018-20: Systematics and evolution of Opiinae (Hymenoptera, Braconidae) in the Afrotropical region: building up reference knowledge for the improvement of biocontrol of fruit flies, funded by the Agreenskills program (France-EU) and Hortgro (South Africa)
- 2018-2020: Diversity and structure of oil palm pollinators, funded by PalmElit (whole Africa)
- VOICES 2018-20: Cover crops for biological control in apple orchards. Identification of parasitic hymenoptera. P.I. Leeds Univ. UK, funded by EU



Remote Sensing for Malaria Control in Africa (ReSMaCA) programme

Since 2015

Prof. Jean Gaudart, IRD
Prof. Tiaan de Jager, UP ISMC
Prof. Riana Bornman, UP ISMC
Prof Hannes Rautenbach, SAWS and UP ISMC

Univ. Pretoria (UP ISMC)
SAN SA
SAWS
IRD
Other international tertiary
and research institutions

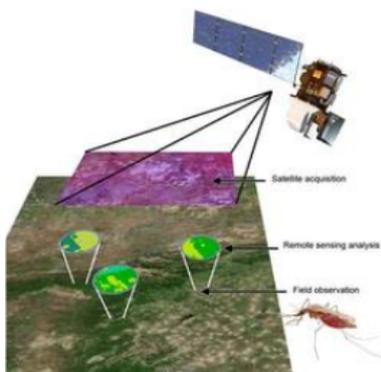
France: 3
RSA: 8

1 Master (complete)
1 PhD (in prog.)
1 MSc and 1 PhD newly
registered in 2018

CNES, UP
Submitted: ANR, SA SSCAL,
NIH, Protea, ESSRP

Analysis of the residual transmission of malaria at the South Africa / Zimbabwe border, in order to better guide control strategies and policies.

Analysis of the environment and weather conditions from satellite images and surveys of social and behavioural factors.



Specific objectives:

- Better understand role of land use, environmental and climatic changes in the persistence of residual malaria
- Identify social, economic and behavioural patterns determining vulnerability to malaria on both sides of the border
- Better understand the influence of economic mobility (seasonal workers) in the persistence of malaria
- Better understand the dynamics of mosquitoes
- Establish an epidemiological alert system, with the Limpopo Province Malaria Control Programme, to optimize control strategies

A pilot study in the Limpopo River Valley (LRV) is taking place

Funding supplied by the UP ISMC through its MRC Collaborating Centre funds.



Animal disease dynamics

Since 2007
E Etter in RSA since 2014

E Etter, Cirad

U Pretoria, DAFF (RSA)
Cirad (France)
UEM (Mozambique),
FOFIFA, DSV & DPAL (Madagascar)
CDC, U California Davis (USA)

France: 7
RSA: ~15

4 PhD
6 MSc

CDC, ITM Antwerp, UP, Dairy
Farmers Assoc, NRF, NSF

National and regional projects on animal disease dynamics, targeting:

- zoonoses (bovine tuberculosis, brucellosis, Rift Valley fever, avian influenza),
- Antimicrobial resistance in different livestock sectors (poultry, pigs, dairy farms)
- diseases with high economic impact, such as foot-and-mouth disease or African swine fever



Int Joint Lab ICEMA SA: International Centre for Education, Marine and Atmospheric Sciences over Africa

Since 1997
ICEMA SA 2009-2018

Francis Marsac, IRD Montpellier
Marcello Vichi, UCT

UCT, DEA, DAFF
Univ Brest,
Univ Montpellier
CNRS-INSU
IRD (MARBEC,
LOPS,
LEGOS,
LEMAR)

France: 33
RSA: 37

26 PhD
33 Masters
8 Honours
72% African
+ ~100h lect/yr

IRD, EU, CNES, CNRS-INSU, IDRIS-
CNRS, NRF...

Flagship project of the IRD in South Africa,
ICEMA SA focuses on marine and atmospheric sciences through a multidisciplinary approach.

Main themes: Climate and Oceans
Environmental impacts on ecosystems
Climate / Ecosystem / Fisheries interactions



Future planned based on 2 pillars:

Training: Project of *South African School of Ocean Sciences and Technology* with UCT, NMU, UWC, UFH. 2-yr Master co-badged with French Universities.

Research: Funded through national and international calls.

A final workshop 23-26/10/18 will initiate conception of a new science plan.

LIA ARSAIO (2018-2021), Atmospheric Research in Southern Africa and Indian Ocean

Since 1997
2010-17 IRN ARSAIO

Venkataraman Sivakumar (UKZN)
Hassan Bencherif (Univ La Réunion)

UKZN, NWU,
Zululand Univ,
SAVVS, SAMRC
CNRS (LACY, LISA, LA)
CNRM

France: 11
RSA: 20

2014-17
15 PhD (10 RSA)
24 MSc (11 RSA)
Thematic schools
20-25 students/year

NRF, NLC
AUF
CNRS-INSU, LEFE-INSU, ANR, Protea, French
Embassy

LIA ARSAIO coordinates and works jointly on atmospheric composition, processes and changes by the use of different ground, *in-situ*, space-borne and model simulation techniques.



LIDAR Calibration - UKZN fixed LIDAR, Durban Portable LIDAR and CSIR-NLC LIDAR

2013 IRN ARSAIO Workshop
27-29 Nov. NWU, Potchefstroom



Key questions:

- Atmospheric composition, deposition and impacts on CC, human health and ecosystems
- Greenhouse gas and ground UV radiations (UVR)
- Effect of stratospheric ozone reduction/recovery on UVR and human skin response
- Middle atmosphere dynamics, thermal structure and role in climate forcing
- Aerosols and pollutants variability, change, transport and mixing

International Research Network GANDA, Geometry and Arithmetic (2018-2021)

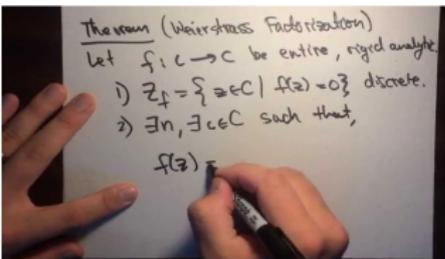
Since 2006
(Bordeaux – SUN)

Yuri Bilu (Mathematics Inst Bordeaux),
Florian Breuer (Stellenbosch University)

Stellenbosch University
Copenhagen University
Antananarivo University
Mathematics Inst of Bordeaux

France: 6
RSA: 5
Denmark 5
Madagascar 2

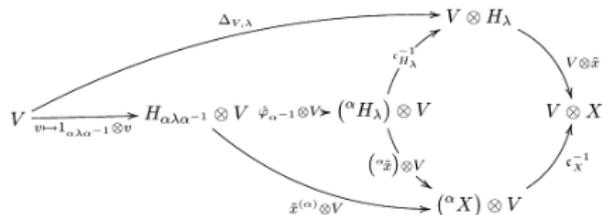
CNRS-INSM, under NRF evaluation



IRN GANDA, is focusing on modern questions in Arithmetic Geometry, namely the study of special points on moduli spaces, on abelian varieties and on Drinfeld modules.

Arithmetic geometry over finite fields has applications towards Coding theory and Cryptography.

→ Fits well in the will of RSA to develop scientific cooperation with French speaking African countries in partnership with France



ANNEXE 2 - LISTE DES COLLABORATIONS FRANCO-SUD-AFRICAINES (2015-2018)

Field of interest	South African institutions	French institutions	Cooperation elements
PALEOSCIENCES			
Human evolution	Wits University, Ditsong Museum	Museum of Natural History, CNRS	LIA HOMEN (NRF and CNRS support, 2011-2018)
Palaeoanthropology	Wits University, ESI, DST/NRF Centre of Excellence in Palaeosciences	University Toulouse Jean Jaurès and University Toulouse Paul-Sabatier, INRAP, CNRS, IFAS-Research Erasmus Mundus program	Palaeoanthropology in the Cradle of Humankind: since 2007
Archaeology	UCT, Wits, UP, UNISA	“Commission des fouilles” from MEAE IFAS-Research CNRS	South African archaeological heritage: excavations programs and field schools, students training (around 30). Sites: Diepkloof Rock Shelter and Elands Bay Cave (1998-2013), Bushman Rock Shelter (2014-2017). Global budget Bushman Rock Shelter: around € 45 000.
Molecular anthropology	UP	Toulouse University (UPS)	3D morphometric analysis of anatomical structures. Assignment IR at UPS 6 months
Prehistory, rock art	Wits	University Toulouse Jean Jaurès	Bilateral agreement Master program in prehistory, students and scholars exchange. Since 2017.
Archaeology	UCT, Wits	University of Bordeaux	Chronology of Middle Stone Age in South Africa
HUMAN AND SOCIAL SCIENCES, GOVERNANCE			
Public Policies and Governance	UP, UWC	CIRAD	Public Policy and Governance platform, GovInn Center
Mathematical economy	NMU	University of Lorraine	Modelling economic fluctuations. PROTEA 2015-2016
Archaeology and history	UP, Wits, UCT	IFAS-Research CNRS University Paris 1 Pantheon-Sorbonne	ANR Program Globafrica: iron age archaeology and history of Southern Africa. 2014-2019 Annual budget: € 10 500.
Urban studies: geography, political sciences, sociology	Wits (CUBES, SA&CP, GCRO)	IFAS-Research AFD Paris-Nanterre University Paris 1 Pantheon-Sorbonne University Sciences Po (Paris)	Multidisciplinary urban studies programs: joint research programs, joint seminars and workshops. Co-supervised Ph.Ds. 2012-present. Budget: around € 15 000/year.
History and heritage management	Wits (Wits History Workshop) Nelson Mandela Foundation NARSSA	IFAS-Research INA (Institut national de l'audiovisuel) CNRS	Rivonia audio archives: joint workshop and event. 2018 Budget: around € 35 000.
Governance	Wits (dept of anthropology) – ONG Just Detention Internationale	ENS-Lyon	ANR Ecoppaf (Economies de la Peine et de la Prison en Afrique) : gouvernance des prisons, la circulation et l'histoire des modèles de l'enfermement. Frederic Le Marcis <frederic.lemarcis@ens-lyon.fr>
ENGINEERING			
Telecommunications, electronics, satellite	TUT, CPUT	Engineer school ESIEE, Universities of Paris-Est-Créteil, Montpellier and	Cooperation in the frame of F'SATI. Research and master and PhD co-supervision

		Toulouse	
Water engineering	CSIR	F'SATI (TUT)	Wireless sensor networks, network management
Spatial	CSIR	F'SATI (CPUT)	Sensors for 2 nd generation Cubesat (Phakisa)
Process engineering	UJ	Univ. Reunion	Processes for biomass valorization for energy production. Project SECBIOSOL, PROTEA 2017-2018
Process engineering, signal processing	UCT	Telecom Bretagne / INSERM	Modelisation of micro-gravity for musculoskeletal disorders in space. PROTEA 2017-2018
AGRONOMY, FOOD SECURITY			
Safe and diversified food	SUN, UFH	CIRAD, University of la Reunion	Meat sciences, game biltong. PROTEA 2015-2016.
Food processes	UFH, UL, UV ARC	CIRAD, University of Montpellier, INRA	Cooperation in the frame of F'SAGRI
Fruit Fly modelling	UP	University of Montpellier, CIRAD	Cooperation in the frame of the 2015-2016 PROTEA program.
Improving vegetal production	NWU	CNRS and University of Lyon	Bacteria for Maize protection. PROTEA 2015-2016.
Improving vegetal production	TUT	CIRAD	Alternative fights against anthracnose. PROTEA 2015-2016
Plant protection	ARC	INRA/Bordeaux Science Agro	Microbial diversity and control of trunk disease in grapevine. PROTEA 2017-2018
Microbiology and communicable diseases	UCT	CIRAD	Paleovirology and microbiology. PROTEA 2017-2018 (project Pathopast)
Cellular Biology	UWC	Labo Chimie Bactérienne, UMR7283, Marseille	Development of diagnostic tools to control bacterial infections in agriculture PROTEA 2017-2018 (project PHAGOCOPE)
Computer sciences - agronomy	SUN	INRIA, Lille	Instrumental monitoring of vineyards PROTEA 2017-2018 (project AGRINET)
Wine biotechnologies	Univ. Stellenbosch : department of Viticulture and Oenology (DVO) and Institute for Wine Biotechnology (IWBT)	Univ. Bordeaux and Oenoviti (international network of institutions of higher education and research in oenology and viticulture coordinated by the Univ. Bordeaux)	Students exchanges, PhD en cotutelle, research on wine biotechnologies
Spectrometrie IR, télé-détection	UP, UFH, NWU, UKZN, CSIR	CIRAD-Réunion	Spectrométrie IR pour composition des sols, détermination de biomasse fourragère par sat. Formations IR, avec soutien ambassade.
ENVIRONMENTAL AND EARTH SCIENCE, ECOLOGY			
Marine sciences	UCT, SAEON, DAFF, DEA (NMU expected)	IRD, CNRS, Universities of Montpellier and Brest	Cooperation in the frame of ICEMASA, Research and Training, IRD and UCT Support
Ecology (animal behaviour)	Rhodes University, Wits, U. Limpopo	University of Rennes 1	LIA VOCOM (NRF and CNRS support)
Physics of the atmosphere	UKZN (Pietermaritzburg), SUN, UNIZULU	University of la Reunion, CNRS	GDR ARSAIO (2010-2017, NRF and CNRS support), LIA ARSAIO (2018-2022), PROTEA 2015-2016 et 2017-2018
Remote sensing and health: fighting against malaria	SANSA, UP	IRD, University of Marseille, Pasteur Institute, CNES	CNES Support
Ecology and environment	NMU	CNRS- Univ. Lyon.	Project of global site in ecology. Socioécosystèmes et biodiversité.
	SUN (CoE Invasion Biology)	Univ. Angers	Invasion biology processes
	SUN (CoE Invasion Biology)	IRSTEA	« Dispersal of exotic and native plants by native and exotic ungulates in Southern Africa ». Encadrement de 2 Master sud-africains, pas de mobilité.

	NMU	CNRS-Strasbourg et IPEV (prog. N°137)	Adaptation of penguins to climate change
	NMU	CNRS – Centre de Chizé	Prédateurs dans l’océan austral
	UP	UMR5805-EPOC-Univ. Bordeaux et IPEV (N°136)	Project JOKER – IPCROCI Tectonics and glaciations in Iceland
	UP	CNRS et INRA, Tours	Estrous cycles in female meerkats, social factors. Cosupervision PhD. Dr Matthieu Keller (CNRS, INRA at Tours, France), and Dr André Ganswindt (Endocrine Research Lab, University of Pretoria, ZA)
	Wits	CNRS-Lyon et IPEV (prog. N°279)	Dynamics of the cat population in Kerguelen
	Wits and Succulent Karoo Research Station (SKRS)	CNRS – Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIEN (IPHC)	Animal behaviour, ecology, evolution
Marine geology	NMU	IFREMER, Total, University of Brest	Research, co-supervision of Master students
Soils and water management - C02 sequestration and water dynamics in watersheds	UKZN (Pietermaritzburg)	IRD, University Pierre & Marie Curie	Research, co-supervision of Master and PhD students WRC Support
Ecology , evolution,	WITS National Museum of Bloemfontein, Museum of Natural History (Ditsong),	CNRS – ISEM – Univ. Montpellier, IRD	LIA EcoRhab (2014-2018, NRF and CNRS support). Becomes LIA DROUGHT “Response to drought, climate change and climate unpredictability: social flexibility, adaptation, and species range shifts”
Viral Metagenomics	UCT	CIRAD	Characterization of prevalence and genetic diversity of phytoviruses in agro-ecosystems
Atmosphere chemistry	NWU	University Paris-Créteil	Chemistry of aerosols and climate changes. PROTEA 2015-2016 & 2017-2018
	SA weather Service (SAWS) et CSIR	LSCE/IPSL et IPEV	Monitoring GG Amsterdam (ORE RAMCES) IPEV N°416
Coastal environment	ORI (Oceanographic Research Institute)	IRD (Reunion et I-SEM), Univ. Montpellier and Reunion	Fish phylogeography, shark-technology
Geology, geochemistry	SUN	Univ. Jean Monnet (LMV). St Etienne (IRD-GET & Montpellier Univ.)	Tectonics, geochemistry, mineralization. PROTEA 2017-2018 (Multi-scale distribution of U in the continental crust)
PHYSICS AND CHEMISTRY			
Chemistry (bio-sensors)	UWC	Universities Paris-Ouest and Lyon	PROTEA application, co-supervision of PhD students
	DUT	IEMM (Institut Européen des Membranes de Montpellier), University of Montpellier	Co-supervision of a PhD student (funding BGF).
Applied chemistry	UJ	ENSCM (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier).	Master and PhD student exchange project.
Physics of materials, particles, nuclear physics, nanotechnologies, radio-isotopes	IThemba labs	University of le Mans, GANIL Caen, INSTN (à la signature)	Research, teaching. LIA Project will be submitted on medium term
Theoretical physics	SUN	University of Nancy	Crystallography. PROTEA program
	AIMS (education) et SUN (research)	LPCMS (U. Paris-Saclay)	Physics statistics
Chemistry of membranes	SUN	Institute of chemistry of Strasbourg	Structure of membranes. PROTEA 2015-2016
Micro- and nano-electronics, micro and nano-systems	SUN	University of Savoie (IMEP-LAHC)	Superconducting and quantum electronics. Superconductors. PROTEA 2015-2016.
Particle Physics	Mandelstam Institute for	Institut de Physique	PICS 2017-2019: Additional

	Theoretical Physics, Wits	Nucléaire de Lyon (UMR5822 Claude Bernard University)	dimensions and renormalization group in particle physics
Condensed matter physics	Mandelstam Institute for Theoretical Physics, Wits	Institut NEEL de Grenoble	PICS 2017-2019: Correlated electron simulations and non-equilibrium quantum circuits via N-body Fermi-Schrödinger cats
Optoelectronics and energy conversion	UNISA	Univ. Limoges – UMR 7252	Development of innovative materials (graphene) for energy storage. PROTEA 2017-2018
Organic and industrial chemistry	HYSA/CSIR	Labo chimie coordination, Univ Toulouse, UPR8241	Ruthenium complexes for H2 storage. PROTEA 2017-2018
Organic and industrial chemistry	UCT	Univ. Artois (UCCS)	Synthesis of biodiesel by Rhodium catalysts. PROTEA 2017-2018
Material physics	Wits	IPNL – Univ Lyon1	Carbon nanotubes. PROTEA 2017-2018
Structure of matter, spectroscopy, synchrotron	UJ (Dept of Physics)		Coopération fréquente avec ESRF, MoU avec UBO (labo OPTIMAG + PhD co-badgé, veulent passer au joint PhD degree), cooperation CEA-Saclay, groupe Fermi-LAT (CNRS Montpellier), IN2P3 Bordeaux.
Theoretical physics	UJ (Dept physics)	IRFU/CEA et IPN Saclay	Research, PhD supervision, education
HEALTH AND BIOTECHNOLOGIES			
HIV	AFRICA CENTRE UKZN (Mthuba-Mthuba)	INSERM – IRD	TasP project (ANRS Support). End 2016/2017
Animal health and emerging diseases	UP	CIRAD	Research and training programme
Biotechnologies for health	RU	Paris-Descartes University, CNRS	Chemistry of Metalophtalocyanides in health. PROTEA 2015-2016
Biostatistics	UCT	University of Brest	Biostatistic models for forensic studies. PROTEA 2015-2016
Malaria and HIV	Wits	ESRF, Grenoble	Structure of proteins and DNA in malaria and HIV. PROTEA 2015-2016
Pharmacology	UP	University of Aix-Marseille	Control of TB drug release. PROTEA 2015-2016
Genetics	UCT, Division of Medical Virology	CNRS – Univ. Montpellier (UMR MIVEGEC)	Bacterial Vaginosis. Research, co-supervision of Master and PhD.
MATHEMATICS			
Geometry, Number Theory, Arithmetic Geometry, Diophantine Problems	Dept Math, SUN, Antananarivo Univ Copenhagen Univ	Institut Mathématique de Bordeaux	IRN: geometry and arithmetic (GANDA 2018-2021, CNRS-INSMI)
Statistical Mathematics	Wits	Angers University	Graphical statistical methods adapted to big data
Artificial intelligence	SUN-UCT	Univ. Artois - CNRS	
Physics, statistics	AIMS et SUN	LPTMS (Univ. Paris Saclay).	Research (SUN) and education (AIMS) partnerships in theoretical physics
Macroeconomics	NMU	Univ. Lorraine, UMR 7522 (BETA)	Mathematics of economic cycles
BIOPHYSICS			
Photosynthesis and solar energy	UP (Department of Physics)	CEA Saclay (Institute of Biology and Technology, IBITECS)	Use of laser spectroscopic methods to explore molecular mechanisms in natural and man-designed photosynthetic systems. "spring course on energy" Molecular mechanisms for energy transfer in cyanobacteria.

LISTE DES SIGLES

ARC	Agricultural Research Council
ASSAF	Academy of Sciences of South Africa
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (FR)
CGS	Council for Geosciences
CoC	Centres de compétence
CoE	Centres d'excellence
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (FR)
CNES	Centre national d'études spatiales (FR)
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique (FR)
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research
DAFF	Department of Agriculture, Forestry and Fisheries
DEA	Department of Environmental Affairs
DHET	Department of Higher Education and Training
DIRD	Dépense intérieure de recherche et développement (FR ; EN : GERD)
DIRDE	Part des entreprises dans les dépenses de R&D (FR)
DMR	Department of Mineral Resources
DoH	Department of Health
DST	Department of Science and Technology
DWA	Department of Water Affairs
ETI	Experts Techniques internationaux (FR)
ETI	Institut franco-sud-africain pour l'agriculture
F'SAGRI	French South African Schneider Electric Center
F'SASEC	French South African Institute of Technology
F'SATI	Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory
HartRAO	Human Science Research Council
HSRC	Industrial Development Corporation
IDC	Institut français d'Afrique du Sud
IFAS	Institut national de la recherche agronomique (FR)
INRA	Institut national de recherche en informatique et en automatique (FR)
INRIA	Institut de recherche pour le développement (FR)
IRD	Ministère des Affaires étrangères et du Développement international (FR)
MAEDI	Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (FR)
MENESR	Muséum national d'histoire naturelle (FR)
MNHN	National Advisory Council on Innovation

NACI	National Development Plan
NDP	Nuclear Energy Corporation of South Africa
NECSA	Nouveau partenariat pour le développement de l’Afrique
NEPAD	National Health Laboratory Services
NHLS	National Student Financial Aid Scheme
NSFAS	National Science and Technology Forum
NSTF	National Research Foundation
NRF	National Zoological Garden
NZG	Partenariat Hubert Curien PROTEA
PHC PROTEA	Product Lifecycle Management Competency Centers
PLMCC	South African Astronomical Observatory
SAAO	South African Bureau of Standards
SABS	South African Environmental Observation Network
SAEON	South African Institute for Aquatic Biodiversity
SAIAB	South African Medical Research Council
SAMRC	South African National Accreditation System
SANAS	South African National Biodiversity Institute
SANBI	South African National Energy Development Institution
SANEDI	South African National Space Agency
SANSA	Réseau pour l’Afrique australe de centres d’excellence sur l’eau du NEPAD
SANWATCE	South African Research Chairs Initiative
SARChI	Small Enterprise Development Agency
SEDA	Square Kilometre Array Project
SKA	Support Programme for Industrial Innovation
SPII	Technology and Human Resources for Industry Programme
THRIP	Technology Innovation Agency
TIA	Technical Vocational Education and Training Colleges
TVET Colleges	Ten Year Innovation Plan
TYIP	Institut français de recherche à l’étranger
UMIFRE	Water Research Commission
WRC	

LIENS UTILES

ORGANISMES DE TUTELLE

Department of Science and Technology : www.dst.gov.za
Department of Higher Education and Training: www.dhet.gov.za
Department of Trade and Industry : www.thedti.gov.za
Department of Education : www.education.gov.za
Department of Agriculture, Forestry and Fisheries : www.daff.gov.za
Department of Water Affairs : www.dwaf.gov.za
Department of Energy : www.energy.gov.za
Department of Mineral Resources : www.dme.gov.za
Department of Health : www.health.gov.za

UNIVERSITÉS

University of Cape Town : www.uct.ac.za
University of Pretoria : www.up.ac.za
Stellenbosch University : www.sun.ac.za
University of the Witwatersrand : www.wits.ac.za
University of KwaZulu Natal : www.ukzn.ac.za
Rhodes University : www.ru.ac.za
University of Limpopo : www.ul.ac.za
North-West University : www.nwu.ac.za
University of Western Cape : www.uwc.ac.za
University of Fort Hare : www.ufh.ac.za
University of the Free State : www.ufs.ac.za
Tshwane University of Technology : www.tut.ac.za
Cape Peninsula University of Technology: www.cput.ac.za
Central University of Technology : www.cut.ac.za
Durban University of Technology : www.dut.ac.za
Mangosuthu University of Technology : www.mut.ac.za
Vaal University of Technology : www.vut.ac.za
University of Johannesburg : www.uj.ac.za
Nelson Mandela Metropolitan University : www.mandela.ac.za
University of South Africa : www.unisa.ac.za
University of Venda : www.univen.ac.za
Walter Sisulu University : www.wsu.ac.za
University of Zululand : www.uzulu.ac.za
University of Mpumalanga : www.ump.ac.za
Sol Plaatje University : www.spu.ac.za
Sefako Makgatho Health Sciences University: www.smu.ac.za

ORGANISMES DE RECHERCHE

Council for Scientific and Industrial Research : www.csir.co.za
National Research Foundation: www.nrf.ac.za
Agricultural Research Council : www.arc.agric.za
Human Sciences Research Council : www.hsrc.ac.za

National Health Laboratory Service : www.nhls.ac.za
South African National Biodiversity Institute : www.sanbi.org
South African National Energy Development Institution : www.sanedi.org.za
Council for Geosciences : www.geoscience.org.za
Water Research Commission : www.wrc.org.za
SANSA : www.sansa.co.za

ENTREPRISES ETATIQUES

Mintek : www.mintek.co.za
NECSA : www.necsa.co.za

AUTRES ORGANISMES

South African Bureau of Standards : www.sabs.co.za
South African National Accreditation System : www.sanas.co.za

SOUTIEN À L'INNOVATION

Technology Innovation Agency : www.tia.org.za
Small Enterprise Development Agency : www.seda.org.za
Innovation Hub : www.theinnovationhub.com
Industrial Development Corporation : www.idc.co.za

COOPERATION SCIENTIFIQUE AVEC LA FRANCE

Ambassade de France en Afrique du Sud : <https://za.ambafrance.org/-Science-Technology-Dispositif-IRD/CNRS/Cirad> : www.southern-africa.cnrs.ird.fr/
ICEMASA : www.icemasa.org
F'SATI : www.fsati.org
PLMCC : www.plmcc.fr
F'SASEC : <https://fsasec.com/>

RAPPORTS (EN ANGLAIS)

[South African National Survey of research and experimental development, Statistical report 2015/16](#)

[Statistics on Post-School Education and Training in South Africa: 2016](#)

[National Development Plan 2030](#)

[National Research Foundation, Annual Performance Plan 2018/19-2020/21](#)

[South African Science, Technology and Innovation indicators 2017](#)