



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  
International Institute for Water and Environmental Engineering



*ue 1281B*

**ZiE**

**Stratégie de Recherche 2012 - 2020**

**Mars 2012**

## Avant propos

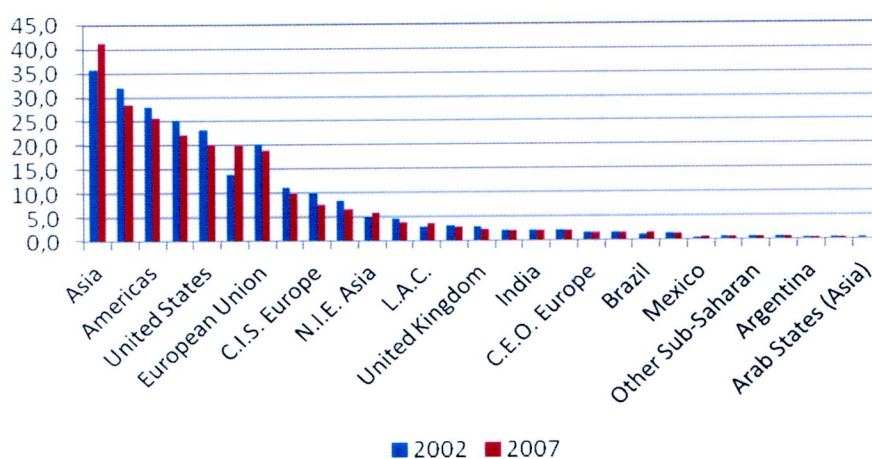
Forte d'une population de 905 millions d'habitants qui aura doublée en 2050 (la population croît annuellement d'environ 2,9%), l'Afrique semble à la fois concentrée sous les handicaps et les opportunités. L'urbanisation galopante et ses corollaires ont pour conséquence une forte vulnérabilité vis-à-vis des changements globaux. Les indicateurs de développement restent parmi les plus bas du monde et l'Afrique semble héberger toutes les calamités, famine, guerre, corruption, ... mais aussi toutes les opportunités. Les ressources naturelles sont abondantes, même si elles restent très inégalement réparties. La disponibilité en terres (alors que l'Afrique représente un cinquième de la totalité de la surface terrestre, elle ne représente que 13% de la population mondiale) est forte, la biodiversité exceptionnelle.

L'Afrique connaît très inégalement la croissance et le développement avec des disparités qui peuvent être aussi fortes entre ses ensembles économiques régionaux qu'à l'intérieur même de ces ensembles. Elle subit de plein fouet les désordres engendrés par la mondialisation et la globalisation des échanges : insécurité alimentaire résultant d'une agriculture inadaptée et peu productive, détérioration des terres agricoles, pénuries des ressources en eau, faible accès à l'énergie...

Le défi, que doivent relever les pays Africains, consiste à réussir leur développement économique tout en respectant l'environnement et en assurant une plus grande équité sociale. L'éducation, la recherche et l'innovation sont dès lors des leviers incontournables.

La figure 1 qui présente l'évolution de la répartition du nombre de chercheurs dans le monde est éclairante.

**Figure 1** Répartition des chercheurs par pays /région en 2002 et 2007 (%) (UNESCO Institute for Statistics estimates, September 2009)



L'ensemble du continent africain ne pèse que pour 2,3% au niveau mondial. Selon les mêmes sources, en ce qui concerne le nombre de chercheurs par habitant, l'Afrique subsaharienne se classe bonne dernière.

Le paysage africain de la recherche reste donc à construire. Cette dernière manque encore à ce jour d'investissements financiers et humains à la hauteur des enjeux. Des réformes majeures sont à entreprendre et doivent se faire dans une dimension régionale pour tenir compte de la taille des équipes existantes, et mutualiser et assurer complémentarité et synergie. Elle doit se construire tout particulièrement sur la coopération entre les acteurs africains de la recherche et de l'enseignement supérieur, pour créer des grands pôles scientifiques susceptibles d'assurer la visibilité et l'attractivité de la recherche africaine dans le monde.

La Fondation 2iE croit en la faisabilité d'une telle réforme qui permettra d'inverser la tendance actuelle. 2iE a ainsi entrepris de mettre à la disposition de ses enseignants chercheurs des infrastructures de standard international, et de les accompagner dans l'établissement de partenariats internationaux durables en réseaux en Afrique et dans le monde. L'avenir des populations africaines dépendra en grande partie de la capacité de ses élites à innover dans un monde où la raréfaction et donc le renchérissement des matières premières devrait amplifier les compétitions et les disparités. En effet, pour répondre aux besoins en énergie, en eau, en matériaux de construction, en produits alimentaires, pour éliminer les déchets et transporter une population urbaine en très forte croissance et répondre à leurs aspirations légitimes de développement, il faudra résoudre des problèmes complexes et développer des technologies et des systèmes logistiques industriellement efficaces, économiquement et socialement viables et acceptables.

La recherche menée à 2iE ambitionne de prendre en compte les attentes de plus en plus complexes et diversifiées des acteurs publics et privés d'Afrique. Elle se veut une recherche scientifique, technologique et sa finalité doit être de répondre aux grands enjeux politiques, sociaux et économiques du continent.

C'est pourquoi aussi 2iE a développé des partenariats structurants avec des universités et des centres de recherche publics et privés de renommée mondiale, avec lesquels il co-construit sa programmation scientifique. 2iE veille à garder un contact permanent avec la société civile afin d'assurer le partage des connaissances et de garantir que les innovations qui résultent de ses recherches soient mises en œuvre au profit de l'entreprise et des populations les plus vulnérables. 2iE a ainsi entrepris une politique volontariste de dialogue et de concertation avec les pouvoirs publics, le secteur privé et les partenaires socio-économiques qui concourent à renforcer son implantation dans le réel et participent à sa notoriété.

Cette démarche a donc pour finalité de:

- Faire de 2iE un établissement d'enseignement supérieur et de recherche d'excellence reconnu au niveau international sur ses domaines de compétences.
- Contribuer à construire la capacité intellectuelle, technologique et scientifique de l'Afrique de demain.
- Faire de 2iE un campus multiculturel ouvert sur le monde qui favorise la circulation des idées et du savoir-faire ayant un rôle actif dans le développement de la société civile Africaine.
- Contribuer à briser la barrière linguistique existante entre le monde francophone et anglophone en Afrique.
- Rassembler les nombreuses compétences existantes en Afrique autour de réseaux dynamiques et durables.

## Une recherche partenariale ambitieuse

Si la réputation de 2iE en matière d'enseignement a largement dépassé les frontières de l'Afrique francophone, du chemin reste à parcourir pour que les équipes de 2iE deviennent des références incontournables en matière de recherche au niveau international.

Dans le domaine des ressources humaines dédiées à la recherche, 2iE a mis en place un programme de renforcement de capacités largement soutenu par ses partenaires financiers :

- appui de jeunes enseignants chercheurs à consolider leur formation. Cela inclut les encouragements à entreprendre une formation doctorale pour les enseignants permanents n'ayant pas de doctorat, mais aussi à pousser les enseignants confirmés à entreprendre des démarches d'habilitation à diriger la recherche, soit auprès de la structure sous régionale habilitée qu'est le CAMES, soit auprès des universités partenaires du Nord
- recrutement d'enseignants chercheurs, de post doctorants et d'ingénieurs de recherche

Ce processus ne peut se mettre en place sans **un partenariat scientifique fort**. 2iE a ainsi entrepris de consolider ses partenariats scientifiques autour de ses thèmes prioritaires et sur cette base de construire son projet scientifique avec ces mêmes partenaires. C'est le cas par exemple depuis de longues dates avec l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique (CIRAD) en France, l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) en Suisse, mais aussi avec l'International Water Management Institut (IWMI), le Centre National de Recherche Scientifique et Technique (CNRST) et l'Université de Ouagadougou au Burkina Faso, les universités de Perpignan, Paris VI (UMPC) et Montpellier II en France, les universités d'Hokkaido au Japon, de Princeton et Tuskegee aux Etats Unis, la Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST) au Ghana.

2iE est en effet convaincu que la recherche et plus particulièrement celle qui est conduite dans une approche transdisciplinaire constituent le moteur du développement économique de l'Afrique, en favorisant l'émergence de technologies propres acceptées par les usagers et bénéficiaires pour lutter contre la pauvreté, améliorer la santé des populations et la gouvernance.

C'est dans ce cadre que la recherche partenariale peut avoir tout son sens et que le secteur privé trouve la place qui lui revient pour le bénéfice de la communauté scientifique africaine, mais aussi de nos partenaires publics et privés.

Les équipes de 2iE se sont donc ouvertes à cette coopération à la fois internationale mais aussi entre les frontières internes de l'institution et également avec ses voisins les plus proches que sont l'université de Ouagadougou ou le CNRST au Burkina Faso.

Pour appuyer ce processus d'internationalisation de la recherche, 2iE a mis en place un dispositif ambitieux et conséquent pour répondre aux standards de la communauté scientifique internationale :

- la mise aux **normes internationales** des laboratoires 2iE
- La création de **centres communs de recherche sur des thématiques transversales**.
- La création de **laboratoires de recherche mixtes** animées par des équipes pluridisciplinaires composées d'enseignants chercheurs, de post-doctorants, de doctorants et d'ingénieurs de recherche permanents ainsi que de membres associés évoluant dans les institutions partenaires.

- La création d'une **école doctorale internationale et interuniversitaire** et l'institutionnalisation de la cotutelle ou tout au moins de co-encadrement.
- L'attribution d'**allocations de recherche** aux doctorants sur fonds propres.
- La mise en place d'un corps de **professeurs associés** pour permettre l'implication de personnalités scientifiques reconnues dans la recherche à 2iE et à la formation des chercheurs.
- La création d'un réseau de la **diaspora scientifique africaine (ARIST)**

Cet engagement en recherche partenariale se manifeste aussi au travers de la participation de 2iE à de nombreux appels d'offres de recherche partenariale comme le 7<sup>ème</sup> programme cadre de l'Union Européenne, les appels d'offres de l'Union Africaine ou de l'Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA), du Centre de Recherche pour Développement International (CRDI Canada) ou de United States Agency for International Development (USAID) et dans des consortiums et réseaux de scientifiques comme AMMA (analyse multidimensionnelle de la mousson africaine) et Ouranos (Canada). Les actions entreprises pour la mise aux normes de la bibliothèque avec la conversion de plus de 50 000 documents en format électronique, comme les discussions entreprises avec l'IRD et le CIRAD pour la mutualisation de moyens d'information et de communication, participent à ce processus.

La mise en place de l'incubateur, de la pépinière d'entreprises et d'un technopole font parties intégrantes de cette logique qui vise à créer les conditions d'accueil de chercheurs et doctorants pour une recherche finalisée, en vue de l'émergence d'innovations technologiques. Ceci devrait servir de levier pour la mobilisation de ressources financières au travers de contrats spécifiques de recherche (Vergnet SA, Total SA, Nutriset, ...) et de dépôts de brevets et de prise de participation qui permettent de générer des dividendes et/ou des royalties.

## Les 10 priorités de 2iE

---

La recherche est structurée autour des grands domaines thématiques identifiés pour leur caractère stratégique. 2iE a fait le choix de soutenir l'**excellence**, la stimulation de la **créativité** et la **prise de risques**. Les évolutions récentes sont marquées d'une part, par le recentrage nécessaire des activités de recherche en programmes majeurs pour lesquels 2iE espère être rapidement incontournable sur le continent, et d'autre part, par la place croissante donnée aux mécanismes de suivi et d'évaluation de la recherche. Cette réflexion entreprise au sein des laboratoires et des équipes de recherche depuis 2009 s'achève aujourd'hui et sa mise en place dans un cadre partenarial innovant et mobilisateur est désormais acquise.

Pour atteindre son objectif ambitieux d'excellence scientifique, 2iE s'est fixé dix priorités.

### **1. Améliorer les indicateurs de production scientifique**

Des progrès majeurs ont été réalisés et la dynamique est aujourd'hui lancée. Cet effort va être poursuivi pour ancrer durablement 2iE dans un standard international. La création de l'école doctorale interuniversitaire et internationale va dans ce sens.

### **2. Mobiliser les compétences de 2iE à hauteur de ses priorités**

La recherche ne peut exclusivement reposer sur des convergences d'opportunités, générées par des projets scientifiques. Elle doit pouvoir s'appuyer sur un socle permanent où s'incarne la culture scientifique, le maintien à long terme des compétences, la nécessaire consolidation des acquis scientifiques et la formation des jeunes générations. C'est pourquoi 2iE a entrepris de renforcer le management et la coordination de la recherche autour de 3 grands programmes thématiques : SWAF, ASENAA, Infrastructures et Habitat durables

### **3. Renforcer le partenariat scientifique public/privé/diaspora**

Les équipes de recherche sont tenues d'avoir à la fois des partenaires stratégiques de recherche et des partenaires professionnels dans un partenariat PPP et scientifique- académique-entreprise (SAE). 2iE a entrepris de mobiliser la Diaspora scientifique africaine. Des membres de la Diaspora au travers du réseau ARIST (African Renaissance Institute of Science and Technology) sont déjà associés aux équipes 2iE. ARIST : basée à Princeton s'appuie sur la diaspora africaine des pays du Nord pour renforcer la capacité des instituts d'enseignement et de recherche en Afrique. La Banque Africaine de Développement (BAD) et USAID financent à ce jour des projets engageant ARIST aux côtés de 2iE.

### **4. Renforcer les équipes pour atteindre les masses critiques sur les priorités stratégiques**

C'est certainement le défi le plus important de l'établissement pour les dix prochaines années. La structuration de la recherche est en voie d'achèvement sur la base des laboratoires de 2iE, mais aussi grâce à l'appui de ses partenaires. Cependant de nombreux recrutements sont à entreprendre pour consolider les équipes existantes et investir les nouveaux domaines jugés stratégiques pour l'établissement. A ce niveau, 2iE souffre, comme toutes les Institutions Africaines du manque de ressources humaines et de la fuite des cerveaux, et peine à faire revenir en nombre, sur le continent, les jeunes chercheurs africains de la diaspora. Une réflexion a été engagée avec les équipes de recherche pour permettre le **doublement des effectifs** d'enseignants chercheurs sur les 10 ans à venir. 2iE a en outre mis en place de nombreux moyens pour appuyer les jeunes enseignants chercheurs à consolider leur formation par un programme de renforcement de capacités largement soutenu par nos partenaires financiers. Cela inclut les encouragements à entreprendre une formation doctorale pour les enseignants permanents non titulaires de doctorat, mais aussi à pousser les enseignants ayant un doctorat à entreprendre des démarches d'habilitation à diriger la recherche.

## **5. Améliorer la qualité de la recherche**

2iE a mis en place un système de management de la qualité pour satisfaire aux exigences et aux besoins de son environnement international et de ses partenaires. Il s'agit de maîtriser et de perfectionner les processus déployés afin d'améliorer l'efficacité et la satisfaction des parties prenantes. Entrepris au niveau de l'enseignement, le programme de management de qualité de l'établissement va se poursuivre au niveau de la recherche. Le laboratoire Biomasse énergie biocarburants est pilote. La réflexion engagée à son niveau préfigure la démarche qualité qui devrait être entreprise au niveau de tous les laboratoires de 2iE.

## **6. Renforcer l'attractivité de 2iE**

Des réflexions sont en cours et des actions mises en œuvre pour rendre plus attractif 2iE et favoriser les recrutements tant d'enseignants chercheurs que d'étudiants. Des campagnes de communication ciblées sur les viviers potentiels de candidatures et relayées via internet ont été entreprises. Un film institutionnel a été réalisé avec le concours de l'Agence Française de Développement (AFD). L'organisation des Journées Scientifiques de 2iE tous les deux ans, contribue à renforcer cette visibilité et attractivité.

## **7. Participer activement à l'adaptation du système de recherche africain**

2iE tente de développer sa recherche en réponse aux besoins des Etats déclinés dans les plans nationaux de développement et les programmes et les orientations définis par les organisations sous régionales comme l'UEMOA, la CEDEAO, le NEPAD. Il met l'accent sur la coopération avec les équipes de recherche africaines à travers le programme doctoral et par l'organisation de divers événements scientifiques et forums comme les journées scientifiques biennales, le cycle de conférences, les journées entreprises, ou la mise en œuvre de projets sur financements internationaux comme le projet Européen PIMASO qui finance la mobilité intra africaine d'étudiants et de chercheurs sur le model ERASMUS en Europe.

## **8. Faire évoluer la recherche pour renforcer les sciences économiques et sociales**

L'histoire de 2iE l'a naturellement amené à concentrer ses efforts de recherche dans des domaines qui relèvent plutôt des sciences de l'ingénieur. Cependant, les interactions croissantes entre les questions de disponibilité en eau, d'agriculture, d'environnement font émerger de nouvelles questions et de nombreux acteurs qui exigent une meilleure prise en compte des questions économiques et sociétales. Les moyens de 2iE sont très insuffisants dans ces domaines et le partenariat ne pourra seul couvrir ce besoin. Des moyens supplémentaires sont nécessaires pour accompagner cette évolution.

## **9. Développer des cadres de dialogue avec la société civile**

Dans le contexte que nous venons de rappeler, il faut désormais compter avec les différents acteurs et prescripteurs intervenant sur les territoires. 2iE s'engage donc dans des dynamiques nouvelles au travers de fora locaux, nationaux régionaux pour interagir avec les usagers, les citoyens, les organisations internationales et les différentes représentations de la société civile. L'objectif est de pouvoir diffuser et vulgariser les résultats de la recherche, anticiper et connaître les problématiques et les besoins, enfin proposer des outils d'aide à la décision pour le secteur privé comme pour les décideurs publics.

## **10. Pérenniser le financement de la recherche**

La recherche africaine, nous l'avons dit, souffre d'un manque crucial de moyen du fait de la carence des états. 2iE n'échappe pas à cette règle. C'est pourquoi, divers actions sont menées, en particulier vers le secteur privé. La mise en place du Technopôle relève de cette démarche. Les entreprises hébergées, valorisant les travaux de nos étudiants, devraient permettre de générer des revenus sur le long terme, lesquels seront dédiés à la recherche et à l'innovation.

## **Le projet scientifique : les axes thématiques**

La programmation scientifique est faite au long terme, à l'horizon 2020. Sa construction privilégie la pluridisciplinarité. C'est un choix assumé qui doit permettre l'ouverture à l'économie et aux sciences sociales, et qui doit permettre la transversalité au niveau des laboratoires. Pour les sociétés africaines qui vont être irréversiblement affectées par de grands bouleversements induits par la globalisation, la raréfaction des ressources naturelles, la démographie et le climat, la compréhension des comportements sociaux de ces sociétés est en effet indispensable à l'anticipation et à l'adaptation pour faciliter les sorties de crise.

Les travaux préparatoires à l'élaboration du projet scientifique d'établissement ont permis un recentrage de ces moyens sur quelques domaines prioritaires. Le projet scientifique est porté collectivement par les enseignants chercheurs et leurs partenaires. Il est ancré sur la satisfaction de la demande africaine et résolument tourné vers un « futur sans pétrole », en privilégiant la valorisation durable des ressources naturelles.

Les domaines retenus sont ceux qui sont ancrés dans la société et correspondent à des besoins fondamentaux (eau potable, assainissement, accès à l'énergie, ...), ceux qui sont susceptibles de faire émerger un secteur de production ou d'accroître rapidement la productivité des entreprises, ceux enfin qui peuvent potentiellement faire l'objet d'exportations compétitives avec un faible impact sur l'environnement. Cette vision est déclinée dans trois programmes majeurs destinés à soutenir un développement économique et social durable et responsable en Afrique :

- **Sécuriser l'Accès à l'Eau (SWAF)**
- **Accès durable à l'énergie (ASENAA)**
- **Infrastructures et Habitat durables**

Pour couvrir plus largement le champ disciplinaire, au-delà des compétences de 2iE, et aussi assurer la pluridisciplinarité requise, ces recherches sont organisées autour de deux axes thématiques portés par deux centres communs de recherche :

➤ **Thématique 1: Eau et climat**

➤ **Thématique 2 : Energie et habitat durable**

## Thématique 1. Eau et climat

---

### Contexte et enjeux

#### **L'Afrique dispose d'un potentiel hydrique important, mal connu, qui sera fortement perturbé par les Changements Climatiques**

La disponibilité de l'eau et sa maîtrise seront pour les années à venir un facteur déterminant pour les économies des pays d'Afrique subsaharienne alors que les incertitudes sont de plus en plus grandes sur les ressources en eau. Plusieurs pays africains commencent déjà à souffrir de stress hydrique, des conséquences drastiques sur la sécurité alimentaire et avec les risques de conflits locaux et internationaux que cela peut induire.

Le phénomène de perturbation du climat est planétaire et global. Il modifie le cycle de l'eau avec entre autres conséquences prévisibles, une exacerbation des problèmes de disponibilité et de gestion des ressources alors qu'on assistera vraisemblablement à une augmentation soutenue de la demande et à sa diversification. Les tendances actuelles laissent prévoir que dans les zones humides des régions froides, les précipitations pourraient s'accroître sensiblement, tandis que dans les régions arides et semi-arides, les précipitations et les écoulements pourraient fortement diminuer.

Bien que certains milieux scientifiques préfèrent de nos jours parler plutôt de variabilité climatique, les effets de ces phénomènes seront particulièrement ressentis en Afrique de l'Ouest où l'ensemble des économies, basées fortement sur le secteur primaire, seront affectées. En effet l'une des conséquences immédiates de la variabilité climatique étant l'apparition des déficits pluviométriques importants et prolongés, la production agricole s'en trouvera directement touchée.

La communauté scientifique internationale considère que les extrêmes hydrologiques vont se renforcer dans la sous-région au cours des décennies à venir avec des épisodes d'inondations et de sécheresse plus prononcées, plus fréquentes et plus dévastatrices qu'à ce jour. Les données historiques des décennies 1970 à 2000 font apparaître dans cette sous région une tendance générale au glissement des isohyètes d'environ 200 km vers le sud. En conséquence, les débits moyens annuels des principaux cours d'eau observés laissent apparaître des chûtes de l'ordre de 20 à 60%, avec des impacts sévères sur la production des centrales hydro-électriques, la petite irrigation, les activités de pêche et la navigation. Les zones arides et semi-arides des régions nord de l'Afrique auront ainsi tendance à s'étendre vers le sud à cause de la désertification qui sera exacerbée par les pratiques agricoles inadaptées, un surpâturage des terres et une pression démographique très forte sur les sols.

#### **Des risques élevés de pollution compromettant l'exploitation durable des ressources en eau**

Le développement d'activités humaines intenses associé à une mauvaise gestion des ressources en eau et des bassins versants font courir d'importants risques aux réservoirs et aux cours d'eau en Afrique. Les plans d'eau sont soumis à des flux de pollution de différentes natures et à des apports de matières solides qui dégradent leur qualité, les comblent et compromettent dangereusement leur équilibre écologique voire leur existence. La dégradation de la qualité des eaux issues de l'eutrophisation rend leur exploitation difficile pour la production d'eau potable. De même, l'industrie minière en pleine expansion en Afrique (extraction et traitement des minerais d'or par exemple) introduit des éléments chimiques déstabilisant les équilibres géochimiques des aquifères et des plans d'eau de surface.

La compréhension de l'Eco-hydrologie et de l'Eco-toxicologie des hydro-systèmes en relation avec des facteurs physiques comme le climat, mais aussi des facteurs humains et sociaux est donc une priorité pour une gestion durable de l'eau et de l'environnement en Afrique.

### **Les eaux souterraines : un potentiel fragile et peu connu**

La connaissance des ressources en eaux souterraines en Afrique de l'Ouest est très limitée et se borne à quelques travaux du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) d'il y a plusieurs dizaines d'années. Leur connaissance est cependant fondamentale pour permettre la gestion intégrée des ressources en eaux. On observe depuis les années 1980 une baisse continue du niveau de la nappe phréatique et du débit des forages dans les zones de quartz du Plateau Mossi du Burkina par exemple sans en connaître réellement les facteurs ni la dynamique. D'autres parts les témoignages sont nombreux en ce qui concerne la pollution de nappes souterraines en Afrique de l'Ouest par des éléments chimiques toxiques endogènes ou d'origines anthropiques. Le cas de l'arsenic dans la région de Ouahigouya au Burkina Faso ou ceux du fer et du fluor dans plusieurs endroits en Afrique soudano-sahélienne se révèlent de véritables problèmes de santé publique.

L'état des aquifères en zones de socle et en zones sédimentaires de l'Afrique de l'Ouest des points de vue quantité, qualité et conditions de recharge constituent donc un important verrou qu'il convient de lever pour une meilleure exploitation du potentiel des eaux souterraines. De même l'exploitation de ce potentiel est conditionnée à la mise en place de systèmes de traitement sélectif qu'il va falloir développer.

### **Les eaux usées : un potentiel hydrique à risques qu'il faut maîtriser**

Le système d'assainissement collectif des eaux usées s'imposera de plus en plus aux villes africaines. L'assainissement individuel pratiqué à plus de 90 % à ce jour pour les eaux noires et les eaux grises n'est pas durable au regard de la croissance des cités et leur densification qui imperméabilise les sols dont la conséquence est que les eaux usées sont de nos jours rejetées dans les collecteurs d'eaux pluviales ou simplement dans la rue. Les eaux usées sont déjà très largement réutilisées sans traitement en agriculture dans la plupart des villes d'Afrique subsaharienne.

Il est nécessaire de mieux connaître et de valoriser le potentiel hydrique et agronomique des eaux usées domestiques, les risques sanitaires liés à leur utilisation traitée ou non, l'impact économique et social de cette réutilisation et enfin d'explorer des mesures d'accompagnement notamment des technologies innovantes pour le traitement des eaux usées pour les réutiliser.

### **Un accès encore trop faible des populations à un service d'eau potable et d'assainissement correct**

Malgré d'importants efforts de financement consentis par les états africains et les partenaires au développement pour des infrastructures de desserte d'eau et d'assainissement en Afrique au cours de la DIEPA1 (1980-1990) et les années qui ont suivi, plus de la moitié des populations d'Afrique Subsaharienne n'ont pas encore accès à de l'eau potable et à un système d'assainissement adéquat. La croissance démographique induit la demande de nouveaux investissements alors que les équipements existants sont mal entretenus et les recettes issues de leur exploitation ne permettent pas de couvrir les amortissements et les dotations à leur renouvellement. Les nouvelles populations urbaines sont de plus en plus pauvres et la rareté des ressources en eau ainsi que l'augmentation et la diversité des pollutions rendent la production et la distribution de l'eau ainsi que la mise en place d'assainissement correct plus coûteux.

Il est alors déterminant de développer des technologies innovantes peu onéreuses basées sur des connaissances récentes et les savoirs locaux pour la mobilisation, le traitement et la desserte de l'eau potable d'une part et la collecte et l'épuration des eaux usées et des déchets d'autre part afin de faciliter l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).

---

<sup>1</sup> Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement

## **Objectifs global du programme de recherche : sécuriser l'accès à l'eau potable pour tous en Afrique (SWAF)**

- contribuer à la formulation de politiques et de programmes d'investissements pour un meilleur usage des ressources en eau en Afrique de l'Ouest.
- limiter les risques de conflits d'usages et de surexploitation ou de dégradation des ressources en eau en Afrique de l'Ouest, tout en créant les conditions d'une amélioration de la productivité à partir des ressources en eau.
- anticiper les impacts des CC et les mesures d'adaptation aux niveaux communautaire, national et des bassins hydrologiques et des aquifères pour l'utilisation et la gestion des ressources en eau de la sous région.

### **Les axes de recherches**

#### **1. Impact de la variabilité climatique sur le potentiel hydrique en Afrique de l'Ouest**

L'évaluation des ressources en eau pour des horizons futurs est un exercice difficile car il est relié à la fiabilité et à la disponibilité des données et de scénarios climatiques mais aussi à l'évaluation des ressources en eaux souterraines disponibles. Les évaluations actuelles restent partielles compte tenu de la résolution des modèles de circulation générales (GCM) utilisés et de la qualité des prévisions. C'est pourquoi il est nécessaire d'utiliser les sorties de modèles climatiques régionaux (MCR) à une résolution beaucoup plus fine afin d'évaluer de manière plus robuste les impacts sur les ressources en eau et d'analyser la vulnérabilité de l'hydro-système des bassins.

Les petits bassins versant ont été longuement suivis et documentés par les équipes de recherche de l'IRD et du CIEH (Comité Inter-états d'Etudes Hydrauliques) jusque dans les années 1990. Cela a été à la base de l'élaboration des abaques régionalisés servant à la prédétermination des crues et apports en Afrique de l'Ouest et du Centre. Les relations pluies-débits sont bien définies pour la plupart de ces petits bassins. Aujourd'hui, ces relations pluies-débits ont changé du fait non seulement de la péjoration climatique, mais également de la péjoration édaphique. La prise en compte de l'environnement physique dans les processus hydrologiques devient de nos jours une priorité scientifique pour mieux comprendre le fonctionnement des petits bassins versants sahéliens et prévoir leur évolution future. L'émergence des questions liées aux changements climatiques ainsi que de la vulnérabilité et des capacités d'adaptation, a rendu indispensable cette nouvelle approche multidisciplinaire des sciences sociales et naturelles afin de mieux comprendre les impacts de la variabilité du climat sur les populations sahéliennes, qui sont parmi les plus vulnérables.

Les verrous visés concernent la compréhension, le couplage et la représentation des flux des cycles hydrologiques aux interfaces sol/atmosphères, surface/souterrain et scénarios d'usages, scénarios prospectifs

#### **Les questions de recherche**

- Comprendre et modéliser les évolutions des différentes composantes du bilan hydrologique (pluie, écoulement, infiltration, évapotranspiration) en relation avec les états de surface et les usages des terres, et leur conséquence sur la migration des polluants des aquifères..
- Quantifier et analyser les modifications des variables liées aux écoulements, transports de matières et à la perte de fertilité des sols à différentes échelles (de la parcelle au petit bassin versant) afin d'apprécier la notion de changement d'échelle, et d'offrir des réponses adéquates aux aménageurs suivant la taille des objets étudiés.
- Développer des modèles à bases physiques des flux d'eau et de matières à l'échelle du bassin afin de mieux simuler et prévoir leur évolution dans des conditions climatiques et environnementales changeantes (le bassin de Tougou a été retenu comme modèle).

- Evaluer, par la modélisation hydrologique, les ressources en eau et de leur variabilité pour des scénarios climatiques futurs (2020 et 2050), ainsi que la vulnérabilité des différents hydro-systèmes aux horizons 2020 et 2050 (le bassin du Nakanbé très anthropisé à été retenu).
- Evaluer la vulnérabilité et l'adaptation des populations au changement et à la variabilité climatiques et identifier, analyser et évaluer le coût des stratégies d'adaptation aux impacts des changements climatiques sur les ressources en eau

## Résultats attendus

Ils concernent dans un premier temps :

- La validation d'une série de modèles de circulation générale basée sur les prévisions passées sur les bassins hydrologiques de l'Afrique de l'Ouest, et l'analyse de leurs incertitudes ;
- La détermination de scénarios probables d'écoulement et de débits des cours d'eau de la région à partir : de scénarios de changements climatiques à l'horizon 2050 en Afrique de l'Ouest (puis l'Afrique Centrale) en application des GCM et des RCM et de leur couplage à des modèles hydrologiques et de scénarios d'occupation des terres et des états de surface;
- Le calage des modèles hydrologiques aux bassins versants de petite et moyenne taille en Afrique de l'Ouest, afin de permettre les aménagements ruraux et d'améliorer leur gestion
- L'évaluation puis la cartographie des aquifères en milieux de fissures et en zones sédimentaires en Afrique de l'Ouest par des méthodes de prospections géophysiques et des mesures hydrogéologiques.
- Le développement et/ou le calage de modèles d'hydrologie urbaine de gestion d'eau pluviale, nécessaires pour l'aménagement et la gestion urbaine

## 2. Contrôle des pollutions et innovations technologiques pour un accès durable à l'eau et à l'assainissement

L'Afrique de l'ouest et du nord est l'une des régions les plus arides au monde avec 1,7m<sup>3</sup>/habitant/an d'eau douce disponible. Les faibles disponibilités de ses régions sont déjà sujettes à conflit. Dans les années qui viennent, plusieurs états africains devront dépenser plus de 20% de leurs revenus s'ils veulent mettre leurs installations de gestion des ressources, d'approvisionnement et de traitement aux normes internationales. Dans ce contexte, le traitement des eaux usées et leur valorisation revêt une importance primordiale. Les enjeux sont d'abord économiques pour la construction mais aussi le fonctionnement des installations de traitement (traitement des boues), mais aussi technologiques puisqu'il convient de minimiser les impacts (pathogènes, métaux lourds,...) et de proposer les solutions adaptées aux effluents concernés dans un contexte de risque climatique accru (surcharge hydraulique).

La pollution des eaux de consommation est aussi préoccupante puisque les secteurs agricole, industriel, et même tertiaire, déversent des polluants organiques et minéraux dans l'environnement. Pour l'heure, aucune étude exhaustive n'existe en Afrique de l'Ouest sur les quantités et la diversité de ces polluants dans les sols, les cours d'eau et les nappes souterraines. L'accès à ces données constitue pourtant un préalable indispensable à une réflexion plus approfondie sur les impacts environnementaux et leurs conséquences sanitaires sur les populations. Dans un même temps, l'Afrique n'a pas été préparé à la gestion de ces flux de pollution. Cette situation augmente considérablement la vulnérabilité du continent et autorise à suspecter des impacts importants sur la santé et l'environnement. C'est pourquoi, le 2iE propose de contribuer à combler le vide en matière de recherche sur la connaissance des pollutions des eaux et sur ses conséquences sanitaire et développe des solutions adaptées de potabilisation (membranes, céramiques, ...) et assainissement, mais aussi de gestion villageoises économe d'utilisation de l'eau.

## Les questions de recherche prioritaires

- Comprendre les phénomènes d'eutrophisation et de comblement des plans d'eau de surface et les techniques de restauration.
- Etudier les pollutions chimiques des eaux de surface et des nappes phréatiques de l'Afrique de l'Ouest : nature, origines (y compris celles issues des activités industrielles et minières) dynamique
- Tester et adapter des technologies douces , émergentes et avancées de traitement des eaux de consommation y compris des traitements sélectifs d'éléments chimiques et d'épuration des eaux usées domestiques et industrielles dans une finalité de réutilisation en agriculture
- Analyser les conditions sanitaires, agronomiques et économiques de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation.
- Etudier de façon systématique et objective les performances épuratoires relatives ainsi que les mécanismes hydrodynamiques, physicochimiques et biologiques régissant le fonctionnement des technologies de traitement d'effluents liquides et solides, notamment urbains;
- caler et valider les ratios et les modèles de dimensionnement et de gestion des procédés de traitement selon les spécificités locales;
- analyser les facteurs socioéconomiques, culturels, techniques et environnementaux, favorables à la valorisation durable des produits et sous produits de traitement suivant trois angles : valorisation matière optimale (en autre comme fertilisants en complément ou en lieu et place des engrais minéraux), l'évaluation et la maîtrise des risques sanitaires, et enfin la préservation de la qualité des sols irrigués et amendés et plus globalement des écosystèmes.

## Résultats attendus

- mise à disposition d'outils de mesure et d'évaluation des niveaux de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines en Afrique de l'Ouest en relation avec le climat, les activités anthropiques, l'industrie minière et de transformation et les fonctions des hydrosystèmes,
- des technologies de traitement et de remédiation et des approches sociales innovantes associant simplicité technique et faible coûts, pour un accès durable des populations aux services d'eau et d'assainissement et une gestion efficiente des déchets et des pollutions domestiques, industrielles et agricoles.

## 3. Gérer les risques et améliorer l'efficacité de l'usage de l'eau

La faible productivité des cultures pluviales dans les agro-systèmes semi-arides de l'Afrique de l'Ouest est associée de nombreuses contraintes dont : la faible fertilité inhérente des sols, l'irrégularité des pluies et la récurrence d'épisodes de sécheresse, la pression sur le foncier et la disparition de la jachère et enfin l'incapacité des petits producteurs à investir dans les intrants externes. De nombreuses approches pour pallier à ces contraintes ont conduit à de nouvelles options comme notamment l'agriculture de conservation dont la faisabilité et le potentiel dans les conditions des petits producteurs africains sont actuellement débattus (Giller *et al.*, 2010). La conception des systèmes de culture et de production économe et durable dont la rentabilité et la durabilité tiendraient beaucoup plus aux processus écologiques qu'à l'usage d'intrants externes devient un enjeu majeur.

L'irrigation est une des solutions pour le développement agricole dans une région marquée par un fort déficit pluviométrique, qui devrait en outre être fortement impacté par la variabilité climatique. Cette caractéristique climatique des pays soudano-sahélienne influe sur les récoltes et entraîne généralement un déficit alimentaire chronique. L'irrigation est une des solutions au déficit pluviométrique ou à la mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations.

La gestion technique de l'eau concerne également la gestion des périmètres irrigués. Jusqu'ici, la mauvaise maîtrise de la gestion de ces périmètres induit peu de performances, qu'ils soient individuels ou collectifs, grands ou petits. Les services environnementaux associés à la maîtrise de l'eau d'irrigation sont à examiner aussi en considérant les « trade-offs » avec d'autres types de services liés à la qualité des sols.

Concernant les eaux usées, il s'agit aussi de changer de paradigme, les eaux usées, encore trop souvent considérées comme un déchet, ne doivent pas seulement être valorisées en irrigation mais comme source de matière (molécules d'intérêt industriel telles que les phosphores, alcools, acides) et d'énergie (méthane)

### **Les questions de recherche prioritaires**

- Comprendre les modalités de gestion de l'eau sur le périmètre avec l'organisation du réseau hydraulique, les principes et opérations de gestion, les acteurs et leur position
- Analyser l'efficacité et l'impact des pratiques et systèmes agricoles, d'irrigation/drainage et des modèles de gestion intégrée de périmètres irrigués sur la disponibilité en eau et la sécurité alimentaire en fonction des spéculations.
- Raisonner l'organisation spatiale des cultures et les choix d'espèces pour concilier les objectifs d'économie d'eau et d'intensification agricole.
- Développer un indice d'efficacité de l'eau dans toutes ses composantes et différents usages et donc des méthodologies de mesures et d'évaluation de ces usages en terme de rendement, de coût et de capacité à payer sur le cycle total.
- Développer des techniques pour une efficacité accrue (technique et économique) de l'irrigation et des méthodes de gestion des périmètres irrigués, les pratiques culturales en minimisant les consommations énergétiques et le recours aux fertilisants.
- Evaluer la durabilité des systèmes irrigués et les performances de l'utilisation de ressources non conventionnelles pour l'irrigation, en considérant les impacts sanitaires, l'acceptabilité des populations, les interactions microbiologiques et géochimiques au niveau des végétaux, du sol et des aquifères sous jacents.
- Etudier la performance

### **Résultats attendus**

- Mieux maîtriser les techniques d'irrigation afin d'augmenter son efficacité
- Des innovations technologiques en matière de pratiques agricoles pour une utilisation plus efficace de l'eau à la parcelle.
- Une amélioration de la fertilité des sols sans recours systématiques aux intrants chimiques
- Des outils et méthodologies pour faciliter le dialogue entre acteurs pour une gestion concertée des ressources sur les territoires

## Thématique 2. Energies et habitat durables

---

### Energie : Contexte et enjeux

Par ailleurs, l'accès aux services énergétiques des populations subsahariennes reste toujours marginal comparé au reste du monde (voir tableau 1). Il faut souligner surtout que Les populations des milieux ruraux et périurbains sont les plus touchées par le faible taux d'accès à l'énergie alors que ces milieux regorgent entre 60 à 70% des populations africaines souvent très jeunes. Face à ces impératifs, les questions d'économies d'énergies et d'intégration des énergies renouvelables doivent faire l'objet d'une grande attention en vue d'un développement durable.

L'Afrique dispose pourtant de ressources naturelles susceptibles d'être valorisées et mises à contribution pour son essor économique: environ 1440TWh/an en potentiel hydroélectrique, 20% des ressources éoliennes mondiales, 25% de la biomasse totale mondiale, 74% du continent reçoit un ensoleillement moyen annuel supérieur à 1900 kWh/m<sup>2</sup>.an...). A l'heure actuelle, néanmoins, seule une infime partie de ce potentiel est exploitée : 7 % seulement des capacités hydrauliques, moins de 1% des capacités géothermiques, et les initiatives photovoltaïques restent encore embryonnaires et constituent environ 1,3% des capacités de production photovoltaïque mondiale.

Bref aperçu des états des lieux dans les espaces CEDEAO et UEMOA :

- ✓ Le coût de l'électricité est un des plus cher au monde, notamment du fait d'une part prépondérante du thermique qui constitue 2/3 du parc. A titre d'illustration, l'électricité moyenne tension de la zone UEMOA coûte 5 fois plus cher qu'en Afrique du Sud et 2 fois plus cher qu'en Tunisie.
- ✓ Le profil de consommation énergétique, en particulier le poids des factures pétrolières, constitue un fardeau de plus en plus insupportable pour les finances publiques et hypothèque la compétitivité des économies.
- ✓ Face à ce constat, l'UEMOA met en place une initiative régionale pour l'énergie durable qui vise trois objectifs stratégiques :
  - faire passer le taux d'électrification de 17% en 2007, 80% en 2020 et 100% en 2030
  - réduire le prix moyen de l'électricité dans l'espace UEMOA à 30 FCFA/kWh à l'horizon 2030
  - accroître la proportion d'énergies renouvelables et durables (hydroélectricité, solaire, biomasse, éolien) dans le parc de production de 36% en 2007 à 82% en 2030.

Dès lors, élaborer des produits de substitutions aux hydrocarbures fossiles et développer les sources alternatives d'énergie avec des procédés efficaces et une gestion « intelligente » des productions et distributions d'énergie constituent indiscutablement des réponses possibles, compte tenu du fort potentiel en ressources renouvelables dont le continent africain est pourvu. Dans ce domaine, et compte tenu de ses compétences initiales et de celles de ses partenaires, 2iE a fait le choix de retenir deux formes d'énergie primaire:

- a) La biomasse
- b) Le solaire
- c) L'efficacité énergétique

Le secteur de l'énergie est donc porteur d'innovations et de ruptures technologiques susceptibles de limiter la dépendance énergétique des pays et de réduire les émissions de gaz à effet de serre par des actions sur l'offre et la demande énergétique. La maîtrise de ces nouvelles technologies de l'énergie est donc un enjeu important pour l'économie des pays Africains et l'accès à l'énergie d'une part importante de la population.

## **Objectif global du programme : Assurer un accès durable à l'énergie pour Tous en Afrique (ASENAA)**

---

- a) Elaborer des produits de substitutions aux hydrocarbures fossiles ;
- b) Développer les sources alternatives d'énergie, compte tenu du fort potentiel en ressources renouvelables dont le continent africain est pourvu ou dont il pourrait se doter comme la biomasse ;
- c) Développer les technologies innovantes d'économie et de gestion énergétiques.

### **Les thèmes de recherches**

#### **1. Connaissance des ressources énergétiques en Afrique Subsaharienne**

Toutes les ressources énergétiques dont dispose l'Afrique subsaharienne n'ont pas la même importance et doivent être appréhendées non seulement sous un angle purement quantitatif mais également qualitatif en prenant en compte le contexte de leur mise en œuvre et tout particulièrement la vulnérabilité de la région au changement climatique et la faible résilience des écosystèmes.

Un effort de recherche doit être fait en direction d'une meilleure connaissance des ressources énergétiques de l'Afrique subsaharienne et particulièrement du potentiel renouvelable. L'accessibilité de la ressource, sa disponibilité dans le temps, la forme de distribution de la valeur ajoutée, les impacts de leur exploitation sur l'environnement et les conséquences de leur utilisation sur les relations entre les pays (eau notamment) devront être pris en compte pour les évaluations du gisement effectif.

Ces données sont essentielles au niveau macro économique pour l'élaboration des politiques énergétiques nationales, mais leur connaissance fine est aussi indispensable à la mise en œuvre des technologies (dimensionnement, faisabilité, localisation, ...), qu'il s'agisse de la biomasse, comme du solaire.

#### **Les questions de recherche prioritaires**

- Qualifier la ressource solaire disponible en Afrique (analyse comparée des données mesurées et satellitaires) et caractériser la nature de l'intermittence (fréquence, amplitude) différente de celle observée dans le cas de l'ensoleillement global. On peut s'attendre à une forte amplitude, les coupures de flux liées aux passages nuageux sont plus brutales.
- Cartographier la distribution de la ressource solaire. Le rayonnement solaire direct (DNI) représente entre 50% et 90% de la totalité du rayonnement solaire ; il est indispensable au dimensionnement des centrales solaires thermo-dynamiques.
- Améliorer et/ou développer des outils numériques, des moyens de simulation et de dimensionnement de centrales solaires à concentration proches des réalités climatiques africaines sur la base de données d'ensoleillement réel.
- Mettre en place des outils de conception de systèmes de stockage thermique performants pour les centrales à concentration adaptés aux variabilités du DNI en Afrique et au contexte technologique.
- développer sur la base d'une méthode de prévision météo des modèles de gestion des productions basés sur des données météo instantanées et un algorithme de réseau neuronal.

- Constituer une base de données des caractéristiques physico-chimique des biomasses à partir d'échantillons prélevés sur le terrain et analysés en laboratoire. Les gisements en biomasses étant multiples (cultures dédiées, valorisation durable de couverts forestiers, résidus agricoles ou agroalimentaire).
- Elaborer des cartes de disponibilité des quantités mobilisables pour chaque biomasse par télédétection et SIG.

## 2. Le solaire photovoltaïque et thermodynamique

Avec un rayonnement solaire moyen journalier en Afrique qui s'étale entre 5 et 7 kWh/m<sup>2</sup>, **le solaire** présente une véritable opportunité. Au Burkina, compte tenu de l'ensoleillement moyen, on pourrait produire annuellement entre 15 et 21 GWh en utilisant que 10% des terres impropre à la culture, soit 4% de la production annuelle d'origine thermique du pays.

Les technologies solaires qui font l'objet de diffusions restent cependant coûteuses à mettre en œuvre et ne sont que rarement compétitives avec les solutions conventionnelles compte tenu des niveaux d'investissement requis notamment. Le prix du kW installé suppose des efforts importants de R&D sur les matériaux mais à notre sens, encore bien d'avantage sur les systèmes et les composants de ces systèmes. Des progrès sont nécessaires à la fois dans l'intégration de leurs composants dans le bâtiment comme dans la conception des systèmes autonomes, pour en améliorer la faisabilité (performances, fiabilité, CAPX et OPEX).

### Les questions de recherche prioritaires

Ces recherches s'adressent aux systèmes solaires complets et aux différents composants qui les constituent. Il s'agit de :

- Caractériser le comportement des composants et des systèmes solaires dans le temps dans notre environnement et maîtriser leur performance pour améliorer la conception de l'architecture de ces systèmes. Pour les onduleurs comme pour les panneaux les travaux portent sur les aspects : durée de vie, fiabilité, réduction des pertes, la conception de solutions autonome de nettoyage et de systèmes constructifs pour minimiser l'attrition en intégration bâtiment.
- Analyser le comportement thermomécaniques et la résistance dans le temps des composants des centrales solaires à concentration tels que les héliostats et les récepteurs thermiques (miroirs et/ou films, résistance aux vents des structures, résistances des récepteurs aux passages nuageux brusques....)
- Optimiser la gestion des systèmes hybrides. L'hybridation est la voie privilégiée par 2ie mais il convient de développer les outils de gestion optimale du mixte (solaire, diesel, batteries) en minimisant le recours aux batteries.
- Etudier, modéliser et optimiser le couplage de systèmes PV aux réseaux.
- Optimiser les cycles thermodynamiques et valider l'ensemble des composants des systèmes de conversion associés : concentrateurs, récepteurs solaires, fluide de transfert, stockage et hybridation pour proposer des technologies viable dans le contexte soudano-sahélien.
- développer des outils de modélisation et de simulation des systèmes thermiques de conversion de l'énergie solaire concentrée (en particulier les récepteurs solaires) en prenant en compte de façon détaillée les transferts radiatifs, les problèmes de disponibilité en eau, de dépôt de poussière, ainsi que l'environnement technologique.
- développer et valider de nouveaux concepts adaptés aux variabilités de la ressource.

## Résultats attendus

- Amélioration de l'architecture et de la productivité énergétique des systèmes et de leurs composants (modules, onduleurs, contrôleurs,...) en climat tropical en ayant une meilleure maîtrise des performances attendues des modules et en privilégiant l'optimisation de la mise en œuvre.
- Des outils d'aide à la décision pour l'intégration des systèmes photovoltaïques.
- Conception de systèmes hybrides (solaire/diesel) et des systèmes de cogénération (électricité/thermique, mécanique/thermique) avec utilisation des systèmes intelligents pour améliorer leur efficacité et la gestion des charges

### 3. Biocarburants oléagineux

Les biocarburants peuvent constituer une ressource énergétique majeure et contribuer à apporter une réponse à l'équation complexe qui se pose actuellement en Afrique : améliorer l'accès des populations à l'énergie ; accentuer l'indépendance énergétique et garantir la durabilité de ses systèmes de production. La mise en œuvre des projets biocarburants pose cependant des questions complexes aux pays concernés. Les défis de la compétition foncière et de la sécurité alimentaire, amplifiés par le phénomène de dégradation des terres liée au réchauffement climatique, sont particulièrement pressants dans nombre de régions d'Afrique sub-saharienne.

#### Les questions de recherche prioritaires

L'objectif est d'améliorer la qualité et les performances de l'utilisation des carburants à base d'huiles végétales, et de produire un référentiel normatif.

- ✓ Caractériser et optimiser la relation composition huile/performance en combustion. L'ambition de nos travaux est dans un premier temps de définir quels sont les propriétés physico-chimiques les plus pertinentes et de proposer des méthodes d'analyse simples de ces propriétés. Dans un second temps sur la base de tests de longues durées sur banc moteur instrumenté, il s'agira de d'analyser l'impact de la qualité des huiles végétales sur le fonctionnement et le vieillissement des moteurs diesels.
- ✓ Optimiser la qualité des biocarburants pour des applications de type moteur « stationnaire ». Il s'agit d'étudier l'influence de la composition des carburants (seuils de concentration des contaminants) pour une bonne combustion des HVP ou des esters éthyliques correspondants.
- ✓ Etudier la synthèse de carburants par estérification éthanolique des HVP, déterminer les voies catalytiques les plus efficaces pour obtenir un bon rendement d'estérification éthanolique et comparer les voies catalytiques enzymatiques (enzymes d'origine végétale) et la catalyse hétérogène (sur charbon) pour maximiser les rendements.

#### Résultats attendus

Les résultats attendus de ces recherches sont :

- L'amélioration des performances de l'utilisation des huiles végétales à la fois en tant que carburant directe dans les moteurs mais aussi par estérification éthylique enzymatique, ce qui implique de s'intéresser aux oléagineux alternatifs d'espèces végétales développées pour leur aptitudes à la production de biomasse en « condition marginales » et à leur conditionnement mais aussi au développement de systèmes normatifs pour permettre leur utilisation,
- l'amélioration des performances technico-économiques des filières, par co-valorisation intégrée matière-énergie,
- l'exploration de nouvelles voies en rupture technologique.

## **4. Optimisation de pyrolyse pour l'amélioration des propriétés de produits de conversion**

La pyrolyse est la première étape de conversion énergétique de la biomasse par voie thermo-chimique. C'est une étape clé du processus de conversion et qui conditionne la qualité des combustibles et produits finaux obtenus, et par la suite l'efficacité et la qualité de la conversion énergétique finale. Notre hypothèse est qu'il est possible de contrôler les propriétés des produits finaux par une bonne maîtrise des conditions de pyrolyse, pour une biomasse donnée. Il est donc nécessaire de mieux comprendre la réaction de pyrolyse et les relations entre les conditions de réaction et les caractéristiques des matières premières et des produits obtenus. Selon les applications visées, des propriétés recherchées pourront être différentes.

L'objectif des recherches est de comprendre l'influence (i) des paramètres de pyrolyse et (ii) de la composition de la biomasse sur les propriétés du charbon ou des co-produits obtenus, par rapport à une application visée.

### **Les questions de recherche prioritaires**

- ✓ Etudier l'influence de la nature de la biomasse sur les réactions de pyrolyse et la qualité du produit final. influence de la composition (élémentaire, immédiate et macromoléculaire, extractibles) et de la structure de la biomasse sur la cinétique, les rendements de pyrolyse et les propriétés du charbon (ou du co-produit huile de pyrolyse).
- ✓ Optimiser les propriétés de produit par prétraitement (imprégnation) de la biomasse, pour conférer au charbon de nouvelles propriétés ou exacerber les propriétés visées selon les applications.
- ✓ Caractériser l'influence des paramètres de pyrolyse sur les rendements et la qualité du produit final à chaque niveau de température et l'influence du prétraitement sur ces étapes et sur les optima pour limiter la formation des goudrons lors de l'étape de pyrolyse, augmenter la production d' $H_2$  et améliorer la réactivité du charbon obtenu en gazéification, caractéristiques de la porosité selon les applications industrielles visées, ....
- ✓ Etudier les propriétés des produits de pyrolyse et leurs performances dans les applications visées : porosité, teneur en cendres, friabilité, et plus globalement sur sa réactivité à l'oxydation.

### **Les résultats attendus**

Les travaux doivent permettre le développement de filières intégrées de transformation de la biomasse.

- L'approfondissement des connaissances sur les procédés thermo-chimiques et la compréhension fine des mécanismes réactionnels à l'échelle de la particule et son extrapolation au réacteur,
- Le développement de procédés en vue de la production de carburants de seconde génération,
- L'augmentation des types de biomasse mobilisables à des fins de valorisation énergétique et chimique,
- le développement de technologies performantes et durables de conversion industrielles de la biomasse ligno-cellulosique,

## **Infrastructures et Habitat : Contexte et enjeux**

---

Pour la première fois de l'histoire, la majorité de la population du globe est urbaine et 38% de la croissance démographique de cette population se concentre dans des bidonvilles, dans la mesure où la capacité d'adaptation des infrastructures urbaines est bien inférieure à l'augmentation de cette population. Cette accélération est encore plus importante dans les populations urbaines devrait dépasser 80%. Elle est susceptible de remettre en cause les équilibres précaires qui s'étaient instaurés.

Compte tenu des changements globaux et à la paupérisation croissante d'une fraction toujours plus large de la population, les mouvements migratoires s'amplifieront. L'approvisionnement des villes en aliments de qualité, en énergie, en eau, le transport de ses habitants, la gestion des déchets, etc., sera à la fois induite et conditionnée par une recomposition spéciale du territoire marquée entre autre par une perte importante de terre arable en zone périurbaine et par la dégradation de l'environnement.

Dans ce contexte, comment garantir un approvisionnement en eau et un traitement et une gestion efficace des eaux usées à ce flux croissant de population ? Quelles solutions techniques mettre en place ? Les coûts seront-ils supportables et par qui ? Comment réduire l'empreinte écologique de nos villes compte tenu de la quantité de déchets produits et de produits consommés ? Comment organiser la ville pour garantir à sa population un accès au logement, à l'emploi, à l'éducation, la santé... ? Quelle régulation économique mettre en place pour anticiper des contraintes futures et induire les changements précoces de comportement et permettre l'innovation technologique.

La préservation et plus globalement l'amélioration de l'environnement sont deux priorités que doivent intégrer les processus de production qui utilisent ou interfèrent avec les espaces et les territoires qu'ils soient naturels ou fortement anthropisés. Les villes d'une manière générale et les villes Africaines en particulier de part leur expansion et leur poids démographique, mais aussi du fait de leur absences de règles d'urbanisation les plus élémentaires doivent au plus vite intégrer ces dimensions.

L'approche devra cibler à la fois une politique *d'atténuation*, visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et les consommations énergétiques, au niveau du territoire de l'agglomération, et une politique *d'adaptation*, visant à réduire la vulnérabilité de ce territoire face aux contraintes induites par le changement climatique. Cette approche est donc systémique et multi-échelle, des matériaux au bâtiment et du quartier à la ville, tout en gardant les connexions fortes entre la nature des matériaux et les conditions climatiques, mais également en interaction avec les autres bâtiments créant des espaces de vie influencés par le bâti.

Ainsi la qualité du cadre de vie, qui caractérise l'état physique du système urbain, intègre à la fois un cadre matériel (le bâti) dans sa dimension esthétique et de fiabilité, mais également le confort, la santé et l'ambiance sociétale (vie associative, équité, sécurité, risque d'incivilités). A l'enveloppe bâtiment, caractérisant la qualité du milieu (matériaux, architecture), il faut également définir le niveau de protection à l'égard des risques naturels, technologiques (risque construction, risque pollution) intégrant l'empreinte écologique de l'homme à son environnement.

Comment l'articulation entre les villes et territoire peut elle contribuer à une stratégie de développement durable ? Les travaux menés par différentes structures internationales montrent que seuls des scénarios volontaristes de refonte totale du mode de développement urbain, avec un renouvellement massif des infrastructures et de leur organisation devraient être entrepris, déjà difficilement imaginable dans les pays occidentaux, quels sont les scénarios possibles pour l'Afrique ?

## **Objectifs global du programme : contribuer au développement d'infrastructures et d'habitat durables**

---

2iE se donne pour objectif dans les cinq prochaines années de renforcer ces compétences et de nouer des partenariats stratégiques pour aborder ses questions essentielles pour le développement de l'Afrique que sont :

- L'adaptation à la variabilité climatique et gestion des infrastructures,
- La préservation de la biodiversité, la protection des milieux et des ressources,
- La cohésion sociale et les solidarités entre territoires et générations,
- La dynamique du développement selon des modes de production et de consommation responsables.

Dans un premiers temps et compte tenu des ressources humaines disponibles, 2iE entend concentrer sa contribution scientifique au développement de la société africaine par l'émergence d'éco-matériaux et l'utilisation raisonnée dans le champ de l'éco-habitat et des infrastructures

### **Eco-matériaux**

Les enjeux de recherche amènent à s'intéresser à l'utilisation des matériaux en usage et à saisir l'opportunité de l'émergence des éco-matériaux dans la construction dont le faible bilan carbone pour leur élaboration aura un impact économique indéniable. Il s'agit de matériaux conçus, fabriqués et mis en œuvre limitant :

- le recours à des ressources naturelles non renouvelables,
- une consommation élevée d'énergie fossile,
- le dégagement de gaz à effet de serre...

Il s'agit de limiter le recours à des ressources naturelles non renouvelables et en réduisant la consommation d'énergie fossile. C'est une voie particulièrement prometteuse pour les pays d'Afrique. Elle est créatrice de valeurs ajoutées, tout en valorisant les produits et sous-produits de l'agriculture et de l'agroforesterie.

### **Les questions de recherche prioritaires**

- Caractériser la latérite en tant que matériau dont les propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques varient en fonction du contexte géologique (nature de la roche mère, qualité en fonction de la profondeur dans le gisement,...) ;
- Identifier et vérifier les techniques de stabilisation des BTC pour atteindre des performances satisfaisantes en terme de résistance mécanique, hydrique et thermique ;
- Concevoir et créer des matériaux innovants adaptés au secteur des BTP des pays d'Afrique, en tenant compte du contexte, de l'environnement (notamment au niveau du bilan carbone pour leur réalisation) et des spécificités locales ;
- Valoriser des produits et des sous-produits de l'agriculture et de l'agroforesterie tropicales : géotextiles à base de fibres végétales pour renforcement et stabilisation des terres, ou pour filtrer les eaux, géobétons à base de latérite et de fibres végétales, ... ;
- Valoriser des produits et des sous-produits de l'industrie comme les mâchefers, la plastique ou les pneus, en ciblant à la fois et la réduction de déchets et la disponibilité de matériaux pour la construction ;

- Contribuer de façon significative à la normalisation des matériaux (innovant ou en usage) en vue de satisfaire, avec la fiabilité souhaitable, les états limites (ELS, ELU et fatigue) des structures ;
- Mettre en place des outils scientifiques, techniques et réglementaires du management environnemental notamment dans les domaines de la gestion des risques et de la géotechnique environnementale (problème des déchets et de leurs sites de stockage en conditions tropicales).
- Comprendre et approfondir les relations entre matériaux (et éco-matériaux) de construction et l'énergie du bâtiment.
- Identifier, quantifier et maîtriser les répercussions environnementales dans la demande énergétique des bâtiments et des industries pendant toutes les étapes (extraction des matières premières, construction, usage, déconstruction / démolition / recyclage) ;
- Développer les technologies de construction adaptées aux contraintes de mise œuvre des éco-matériaux (normalisation, éco-habitat, ...)

# Des dispositifs de recherche en partenariat

## 1. Les Centres Communs de Recherche

La fondation dispose d'un ensemble d'outils et de plateformes expérimentales ouvertes, spécialisées par grand domaine et dont les activités sont en phase avec les besoins liés à l'évolution de la politique scientifique de l'établissement. Ces plateformes renforceront les dispositifs de recherche en propre que sont les laboratoires et faciliteront les interactions entre recherche, enseignement supérieur ainsi que le lien avec la société civile et le secteur privé qui doivent bénéficier des innovations. Leur finalité est de créer les conditions d'éclosion d'innovation, de tests de technologie et de mise en pratique.

2iE a en outre pour vocation d'être une plateforme internationale africaine d'enseignement scientifique et technologique adossée à un dispositif de recherche innovant qui repose sur une logique de réseaux et de consortium. 2iE par son attractivité et en cohérence avec la nature partenariale de la recherche a défini le **Centre Commun de Recherche** comme une entité virtuelle liant contractuellement 2iE à ses partenaires scientifiques. Les Centres Communs de Recherche garantissent une mutualisation des travaux réalisés et une visibilité accrue pour chacun des membres sur un périmètre dépassant largement les capacités de 2iE, tel que définies dans la cadre de la stratégie de recherche 2011-2020, et de chacun des partenaires pris individuellement.

Le **Centre Commun de Recherche** est le périmètre dans lequel se mènent les recherches, fondamentales et appliquées, au service du développement économique et social de l'Afrique. Il contribue aussi au développement de la recherche et à la diffusion de ses résultats, notamment par des publications, des colloques et des séminaires. Il participe à la formation de scientifiques tant au niveau master que de l'école doctorale. L'équilibre entre formation, activité académique et recherche contractuelle est au cœur de la dynamique des **Centres communs de recherche**.

Les Centres Communs de Recherche constituent une masse critique d'enseignants chercheurs au service du développement du continent africain. Ils sont constitués des enseignants chercheurs de 2iE, des professeurs associés et des effectifs de chercheurs, junior ou confirmés des partenaires scientifiques sur site et/ou dans leurs laboratoires respectifs, et ce dans une logique de **complémentarité opérationnelle**.

Chaque Centre dispose d'un Comité de coordination doté d'un secrétariat permanent et d'une commission scientifique.

### ➤ Centre Commun de Recherche Eau et Climat

Le Centre commun de recherche «Eau et Climat » est une plate forme internationale de recherche sur l'eau et le climat. Il vise à soutenir et expérimenter des approches novatrices et adaptées à l'Afrique visant à promouvoir les concepts multidisciplinaires sur l'eau et le climat tout en mettant l'accent sur la capitalisation et la diffusion des résultats. Le centre regroupe, à ce jour, 127 chercheurs et personnels d'appui issus d'institutions originaires de quatre continents (Afrique, Europe, Asie, Amérique). Le centre associe également des partenaires du secteur privé

## ➤ Centre Commun de Recherche Energie et Habitat Durables

Le Centre de Recherche Energie et Habitat durables est une plateforme internationale de recherche sur les énergies renouvelables et l'éco-habitat. Il entend contribuer au développement des capacités d'innovation industrielle en Afrique dans les domaines des énergies renouvelables pour une production et une utilisation rationnelle d'énergies électrique/thermique/mécanique (à petite et grande échelles).

### 2. Les Laboratoires mixtes Internationaux

---

Comme les laboratoires propres de 2iE. Les laboratoires mixtes sont parties intégrantes des Centres Communs de recherche mais sur un périmètre plus limité. Ils visent à matérialiser un partenariat fort sur des thématiques spécifiques avec un ou plusieurs partenaires en cohérence avec le Centre.

Un laboratoire mixte International (LMI) est une structure opérationnelle de recherche et de formation, implantée physiquement dans les locaux d'un des partenaires permettant la réalisation de projets conjoints de formation et de recherche autour d'une plate-forme scientifique commune (laboratoires, équipements, moyens informatiques, documentaires, etc.).

Il permet à des chercheurs et des enseignants-chercheurs du Nord et du Sud de développer des relations pérennes. Un LMI a vocation à avoir un rayonnement régional et international et à accueillir des enseignants-chercheurs et chercheurs issus du Sud et du Nord, autres que ceux appartenant aux institutions partenaires du LMI.

Mis en place pour une durée déterminée (cinq ans), le LMI est placé sous la responsabilité d'un(e) coordonnateur(rice) nommé(e) conjointement par les directions des parties constitutives.

Le LMI est doté d'un comité de suivi scientifique propre, composé de représentants des différentes parties ainsi que de personnalités extérieures choisies conjointement. Instance consultative, le comité formule des propositions concernant les orientations et choix scientifiques du LMI, la cohérence entre ces derniers et ses actions de recherche, de formation ou de valorisation. Le comité peut être sollicité par les parties constitutives du LMI pour toute question relative à son activité scientifique ou à son fonctionnement général. Le LMI est créé par décision des parties. Un document conventionnel signé par les parties fixe les modalités pratiques relatives à l'organisation de la structure et à son financement.

### 3. L'Ecole Doctorale Internationale

---

Depuis 2008, 2iE dispose d'une Ecole Doctorale Internationale et Interuniversitaire reconnue et habilitée. La création de cette Ecole Doctorale complète le dispositif Licence-Master-Doctorat adopté par 2iE en 2005. L'Ecole Doctorale a pour objectifs de permettre aux chercheurs doctorants d'acquérir une solide culture scientifique à la pointe de la recherche scientifique et technologique dans les domaines de l'Eau, l'Energie et l'Environnement. Pour cela, l'Ecole Doctorale s'assure que les projets de recherche restent ouverts au monde extérieur pour tenter d'apporter des réponses innovantes aux grandes questions de la société internationale et de la société africaine en particulier. Les différentes thèses se déroulent en cotutelle ou en codiplomation entre 2iE et les partenaires scientifiques de l'Ecole Doctorale permettant ainsi une forte mobilité des doctorants et des chercheurs. Pour la rentrée 2011-2012, l'Ecole doctorale compte 36 doctorants en cotutelle avec une vingtaine d'institutions et d'universités partenaires d'Afrique, d'Amérique, d'Europe et d'Asie. Depuis sa création, sept (7) thèses ont été soutenues. L'objectif fixé est de quatre-vingt doctorants à l'horizon 2015.

L'Ecole Doctorale s'appuie sur les deux Centres Communs de Recherche et les laboratoires partenaires. Elle joue également un rôle d'animation scientifique et d'interface avec la communauté scientifique.

## **L'innovation et le transfert de technologie pour favoriser le développement économique : Le technopole**

---

Remettre l'Afrique dans la course à l'innovation demeure un enjeu stratégique pour le continent. Rappelons qu'en 1920, le Japon était d'après certains auteurs, une terre « bannie » pour l'innovation. Aujourd'hui les progrès technologiques de plusieurs pays d'Asie doivent nous interpeller. Les ingénieurs entrepreneurs africains se doivent de développer des technologies adaptées aux besoins socio économiques du continent.

Le TECHNOPOLE du 2iE, véritable centre stratégique de développement économique qui s'appuie sur la valorisation du potentiel d'innovation des étudiants et du corps enseignant, doit être le moteur d'une industrialisation nouvelle à l'initiative d'entreprises de haute technologie moins impactantes et plus performantes pour une croissance verte. C'est donc une organisation d'affaires englobant un processus allant de l'étape du laboratoire jusqu'à celle de la fabrication et la commercialisation du produit en passant par le prototype. Il comprend :

- une pépinière d'entreprises pour appuyer et accompagner les porteurs de projet.
- Un centre d'innovation et d'incubation pour offrir aux étudiants un espace de conception, d'expérimentation et de création d'entreprises.
- Un parc technologique et scientifique pour accueillir les entreprises nouvellement formées
- Un fond de capital risque
- La Business School qui assure la Formation à l'entrepreneuriat par le biais de son MBA Eco-innovation

## Conseil scientifique du 8 Avril 2011

### Compte rendu des travaux

Les travaux du Conseil Scientifique se sont déroulés à l'ouverture sous la présidence du Prof Basile Guissou Président sortant et pour le reste des travaux sous la présidence de la Professeure Ramata Bakayoko-Ly Présidente entrante.

#### **1. Ouverture et cadrage des travaux**

Paul GINIES DG de ZiE et Basile Guissou Président sortant du CS ont adressé des messages de bienvenue aux participants.

Amadou Hama MAIGA a rappelé les recommandations du Conseil Scientifique à l'issue de sa réunion du 31 mars 2010 : préparer et soumettre une révision du statut et du règlement intérieur, proposer et faire adopter par le CA une liste des membres du CS avec un tiers de renouvellement. Cette liste a été proposée d'abord au Comité Stratégique de ZiE à sa réunion du 20 janvier 2011 à Paris puis adoptée par le CA à sa réunion du 24 mars 2011 à Ouagadougou.

Les membres du CS se sont présentés en tour de table.

Paul GINIES a remercié au nom des membres du CA, du CS et de la DG de ZiE le Prof Basile Guissou qui a présidé le CS pendant 6 ans et lui a demandé de rester un collaborateur de ZiE.

Il a proposé que la Professeure Ramata Bakayoko-Ly succède au Professeur Basile Guissou en fin de mandat dans la fonction de Présidente du CS et que Basile Guissou en soit Président d'Honneur. Les propositions ont été acceptées par les membres du CS.

Paul GINIES a rappelé les éléments essentiels du Plan d'Orientation Stratégique de ZiE 2011-2015 (vision, objectifs spécifiques, indicateurs et résultats) et le Projet Scientifique 2011-2020.

A travers sa présentation, le Directeur a montré comment ZiE est devenue une Institution d'excellence caractérisée notamment par la qualité de ces formations, la culture du résultat, son attractivité, sa dimension internationale et sa forte employabilité.

Il a cependant relevé quelques contraintes auxquelles l'institution est confrontée (difficultés financières, problèmes de recrutement des enseignants-chercheurs, etc.)

Le Directeur de ZiE a ensuite exprimé les attentes de la direction par rapport au Conseil Scientifique.

Il s'agit d'évaluer la politique scientifique de ZiE (direction scientifique, laboratoires, équipes de recherche, projets de recherche, etc.) afin de lui permettre :

- d'optimiser sa contribution à la production de la connaissance scientifique et au développement socio-économique de la région

- de mettre en place une véritable gouvernance scientifique
- de développer des mécanismes de financement durable de la recherche

La DG a également fait des recommandations pour la mise en œuvre du POS notamment dans ses aspects recherche scientifique et technologique et innovation et pour le projet scientifique 2011-2015. Le rôle de contrôleur de qualité des équipes de recherche de 2iE devrait ainsi être pris en compte dans la révision du statut et du règlement intérieur du CS.

La présidente entrante a ensuite pris la parole pour féliciter le président sortant et les membres du CS pour avoir accompagné 2iE dans la mise en œuvre de sa politique scientifique contribuant ainsi à son rayonnement. Elle a également relevé les qualités managériales de l'équipe dirigeante.

Le CS a poursuivi ses travaux après le retrait de Paul GINIES.

## 2. L'ordre du jour a été adopté

- 2.1. Des informations générales ont été données aux membres du CS sur des programmes de recherche et de réseautage de 2iE notamment avec l'IRD, l'IWMI, le CIRAD et Tuskegee University, des ateliers et conférences réalisés et à venir, le bilan académique 2009-2010 et la rentrée 2010-2011 y compris l'Ecole Doctorale, les publications etc. Les commentaires et recommandations suscitées par ces questions sont notés en fin de rapport. D'autres sont pris en compte dans les amendements de la Charte et du Règlement Intérieur.
- 2.2. Les projets de Charte et de Règlement Intérieur ont été discutés. Les membres du Conseil l'ont adopté après amendements.
- 2.3. Le CS a été informé de la Stratégies et des actions entreprises pour le renforcement des capacités scientifiques de 2iE et des difficultés pour 2iE de recruter du personnel enseignant chercheur. Les membres du CS rappellent l'inadéquation de la charge d'enseignement avec les attentes de production d'articles. Les objectifs recherche du POS ne pourront pas être atteints si des enseignants chercheurs ne sont pas allégés d'une partie de leur charge d'enseignement et surtout des sollicitations administratives. Il est nécessaire de faire l'exercice de croiser les objectifs et résultats du POS avec les moyens nécessaires pour y arriver. 2iE est invité à explorer un partenariat ciblé avec des écoles, instituts, facultés technologiques d'Afrique et d'ailleurs pour identifier des candidats potentiels d'enseignants et chercheurs. Les membres du CS s'engagent à y contribuer.
- 2.4. Le Projet scientifique de 2iE 2011-2020 a été présenté. Les membres du CS félicitent le 2iE pour la qualité du document et la pertinence des axes de recherche. Il s'agit d'une bonne formalisation de ce qui se fait déjà au 2iE et d'une bonne vision des ambitions pour le futur. Le CS recommande au 2iE
  - d'éviter une dispersion et de se consacrer prioritairement aux deux volets « Eau » et « Energie ». Ils considèrent que les volets « ville durable » et « Green Business » ne doivent pas être des domaines d'investigations scientifiques de 2iE mais les objectifs qui y sont évoqués pourraient être des « applications » des deux domaines scientifiques.
  - de mettre en cohérence les thématiques de recherche avec les compétences existant et les recrutements

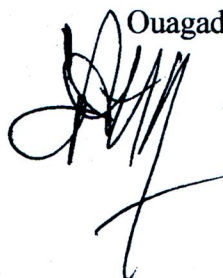
- de développer les thématiques de recherche en fonction du tissu industriel
- de faire apparaître dans le document les moyens humains et matériels nécessaires. Dans ce cadre le CS attire l'attention sur la nécessité d'avoir des profils sur les questions des usages de l'eau et des adaptations aux cc.
- en ce qui concerne la recherche sur les biomasses/biocarburants de développer une ouverture et des partenariats avec des équipes qui travaillent sur la production de la biomasse afin de s'assurer que la filière est prise en charge dans sa globalité.

## 2.5. Autres questions discutées et recommandations :

- Le Conseil apprécie la pluridisciplinarité de ses membres et demandent que cela soit maintenue.
- Le CS doit pouvoir donner son avis et être sollicité pour le choix des équipements scientifiques très spécialisés, compte tenu de leur sensibilité technique et des coûts qu'ils pourraient occasionner.
- Dans le cadre de son exercice de contrôle de qualité de la recherche le Président du CS doit identifier avec la DG à chaque rencontre du CS, une à deux équipes de recherche de 2iE qui feront une présentation détaillée de leurs programmes scientifiques.
- Le rôle de la revue SST dans la promotion scientifique des enseignants chercheurs et celle de 2iE a été discuté. Le CS se pose la question de la pertinence de la poursuite de son édition dans sa forme actuelle, compte tenu de l'effort humain et financier que cela engendre. Des possibilités de la publier en version électronique, d'un partenariat avec des organismes dédiés comme l'AUF et de l'abandon ont été évoquées. Le CS propose que la question de SST ainsi que la politique de publication de 2iE soient à l'ordre du jour de sa réunion de 2012.
- Le CS encourage 2iE à sortir du matériel de communication de grande qualité comme celui portant sur l'annonce des journées entreprises. Il se pose la question de la pertinence de la mention « mines » sur les documents de 2iE compte tenu de ce que 2iE intervient dans ce domaine surtout pour les questions eau-environnement ou encore Génie Civil et peut être énergie qui sont déjà mentionnés.
- Le CS recommande au 2iE d'accueillir au CS des membres représentant le personnel enseignant chercheur
- Les membres du CS souhaitent que leurs travaux soient introduits par son Président et le DG de 2iE qui présente les attentes de l'institution avant de se retirer.
- Le CS recommande que les conclusions de ses travaux soient diffusées au personnel enseignant-chercheur de 2iE
- Les membres du CS demandent à avoir des badges pour un accès permanent au 2iE.
- Le CS recommande que 2iE développe a). une véritable stratégie de partenariat recherche/développement avec les entreprises, pour entre autres le financement des thèses ; b). une véritable stratégie de partenariat en formation avec des établissements du Sud et du Nord (pour des échanges formels d'étudiants d'enseignants, co-diplômation etc).

Les travaux ont pris fin à 17h.

Ouagadougou, le 20 Avril 2011



Amadou Hama MAIGA  
Secrétaire du CS



## CENTRES COMMUNS DE RECHERCHE

*Document de travail*

*Version du 05 avril 2012*

### I- PREAMBULE

La Fondation 2iE dispose d'un ensemble d'outils et de plateformes expérimentales ouvertes, spécialisées par grand domaine et dont les activités sont en phase avec les besoins liés à l'évolution de la politique scientifique de l'établissement. Ces plateformes renforceront les dispositifs de recherche en propre que sont les laboratoires et faciliteront les interactions entre recherche, enseignement supérieur ainsi que le lien avec la société civile et le secteur privé qui doivent bénéficier des innovations. Leur finalité est de créer les conditions d'éclosion d'innovation, de tests de technologie et de mise en pratique.

2iE a en outre pour vocation d'être une plateforme internationale africaine d'enseignement scientifique et technologique adossée à un dispositif de recherche innovant qui repose sur une logique de réseaux et de consortium. 2iE par son attractivité et en cohérence avec la nature partenariale de la recherche a défini les **Centres Communs de Recherche** comme une entité virtuelle liant contractuellement 2iE à ses partenaires scientifiques. Les Centres Communs de Recherche garantissent une mutualisation des travaux réalisés et une visibilité accrue pour chacun des membres sur un périmètre dépassant largement les capacités de 2iE, tel que définies dans la cadre de la stratégie de recherche 2012-2020, et de chacun des partenaires pris individuellement.

### II- DEFINITIONS ET OBJECTIFS

Un Centre Commun de Recherche est un périmètre dans lequel se mènent les recherches, fondamentales et appliquées, au service du développement économique et social de l'Afrique. Il contribue aussi au développement de la recherche et à la diffusion de ses résultats, notamment par des publications, des colloques et des séminaires. Il participe à la formation de scientifiques tant au niveau master que de l'école doctorale. L'équilibre entre formation, activité académique et recherche contractuelle est au cœur de la dynamique des Centres communs de recherche.

Les Centres Communs de Recherche constituent donc une masse critique d'enseignants chercheurs au service du développement du continent africain. Ils sont constitués des enseignants chercheurs de 2iE, des professeurs associés et des effectifs de chercheurs, juniors ou confirmés des partenaires scientifiques sur site et/ou dans leurs laboratoires respectifs, et ce dans une logique de **complémentarité opérationnelle**.

Deux Centres Communs de Recherche ont donc été créés en vue de la mutualisation de connaissances et de ressources autour de la recherche scientifique et de la formation :

- **Le Centre Commun de Recherche Eau et Climat** : qui vise à soutenir et expérimenter des approches novatrices et adaptées à l'Afrique visant à promouvoir les concepts multidisciplinaires sur l'eau et le climat tout en mettant l'accent sur la capitalisation et la diffusion des résultats.
- **Le Centre Commun de Recherche Energie et Habitat Durable** : qui vise à contribuer au développement des capacités d'innovation industrielle en Afrique dans les domaines des énergies renouvelables pour une production et une utilisation rationnelle d'énergies électrique/thermique/mécanique (à petite et grande échelles).

### III- CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Centres virtuels sans personnalité juridique ;
- Ouverts aux partenaires scientifiques, académiques et industriels du monde entier ;
- Des personnels mis à disposition selon les besoins dans le cadre des projets adoptés (échanges/ accueil de chercheurs, d'étudiants) ;
- Des plateformes scientifiques et technologiques mutualisées (laboratoires, équipements, sites expérimentaux, moyens informatiques, documentation etc.) ;
- Des programmes/projets de recherches communs.

### IV- ORGANISATION

Les deux centres disposeront du même organe consultatif qui est le Conseil Scientifique de 2iE qui regroupe des experts externes mondialement reconnus dans leur domaine scientifique.

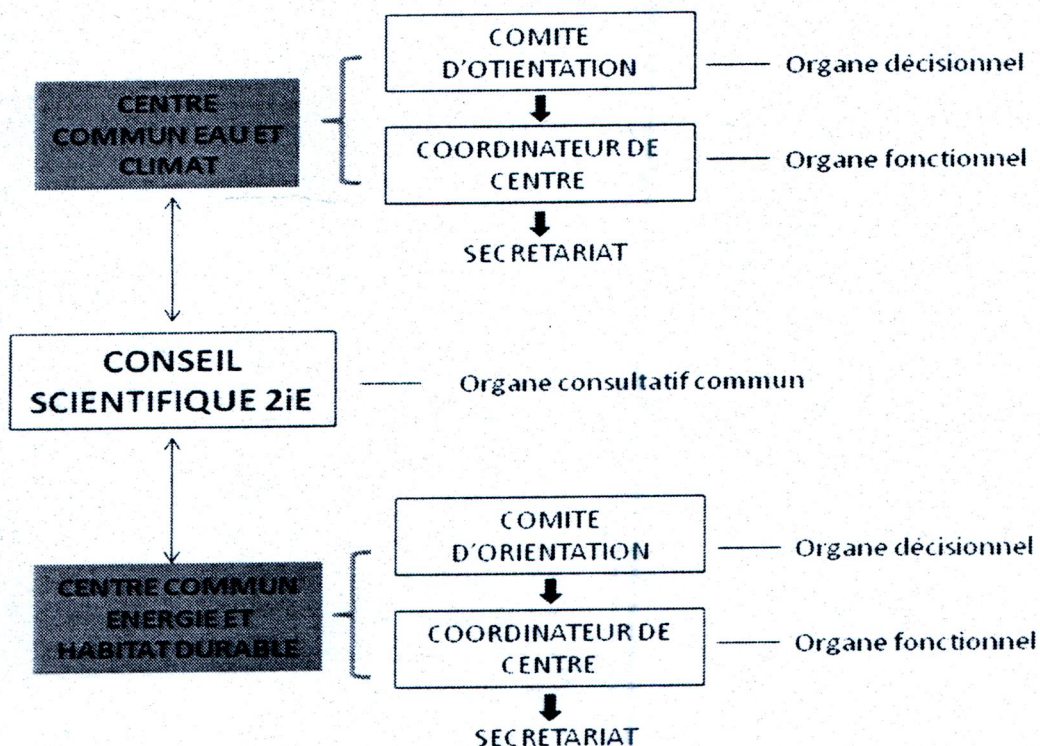
Le conseil se réunit une fois par an sur convocation du Directeur Général de 2iE (cf. *Statut et règlement intérieur du conseil scientifique de 2iE*). Le Conseil scientifique donnera des avis sur les orientations scientifiques et axes de recherches des centres de recherche, et formulera des recommandations.

Chaque centre sera doté des organes suivants :

- 1 Organe décisionnel : un Comité d'Orientation (présidence tournante des membres tous les 2/3 ans)
- 1 Organe fonctionnel : un Coordinateur de centre issu de 2iE

(+1 secrétariat localisé à 2iE)

## ORGANISATION DES CENTRES COMMUNS DE RECHERCHE



### COMITE D'ORIENTATION

#### 1) Composition

Chaque partie est représentée par 1 représentant institutionnel et 1 suppléant, choisis selon ses propres critères et procédure interne. Les Parties s'accordent pour une présidence tournante du comité tous les 2/3 ans, par un président désigné. Le Coordinateur de centre concerné est membre d'office du comité d'orientation.

Assistent aux réunions avec un rôle consultatif : les Partenaires financiers.

Tout expert ou toute personne invitée à y participer avec un rôle consultatif.

#### 2) Rôles

- a. Statuer sur l'orientation stratégique des programmes/projets de recherche ;
- b. Examiner et statuer sur les programmes/projets proposés par les Parties ;
- c. Statuer sur l'avancement des actions engagées, les droits et obligations de chacune des parties pour ce qui concerne l'exécution des activités ;
- d. Examiner et statuer sur les questions budgétaires et financières ;
- e. Contrôler le respect des règles de confidentialité ;
- f. Contrôler le respect des droits de propriété intellectuelle de chaque Partie ;
- g. Arbitrer en cas de manquement de l'une des Parties à ses obligations contractuelles, et statuer notamment sur les conséquences de ce manquement ;
- h. Arbitrer en cas de différends entre les Parties ;
- i. Valider le rapport annuel d'évaluation scientifique et financier du centre ;
- j. Valider l'admission de nouveaux membres ;

- k. Statuer sur les demandes de retrait et d'exclusion de membres.
- l. Proposer des points à mettre à l'ordre du jour du Conseil scientifique

### 3) Règles de fonctionnement

Réunions périodiques tous les six (6) mois sur convocation du Président.

Chaque membre à 1 voix. Se réunit valablement quand les 3/4 des membres sont présents ou représentés.

Adopte les décisions à l'unanimité, en cas de partage la voix du Président est prépondérante.

## **COORDINATEUR(S) DE CENTRE(S)**

### 1) Désignation et rôles

Les Parties s'accordent pour désigner au sein de 2iE, 1 Coordinateur par Centre.  
Ces Coordinateurs ont pour rôles :

- de mettre en œuvre les orientations définies par le Comité d'orientation et de coordonner l'utilisation des ressources mises à disposition par les Parties,
- jouer le rôle de coordination, d'animation et de facilitation scientifique au sein du centre de recherche
- de préparer et présenter au Comité d'orientation, pour approbation, tout éventuel budget prévisionnel,
- de prendre en charge l'organisation de manifestations, la diffusion d'informations, la mise en place des relations entre les Parties,
- d'organiser la communication entre les Partenaires, et assurer notamment les échanges d'informations relatives aux Connaissances antérieures et nouvelles,
- tenir la liste des informations confidentielles et la diffuser aux Parties,
- rapporter au Comité d'orientation l'avancement des travaux de recherche et les résultats obtenus,
- rédiger le rapport d'activité scientifique et financier, le présenter au Comité d'orientation,
- préparer en concertation avec le Président l'ordre du jour des réunions du Comité d'orientation,
- rédiger et diffuser les procès verbaux des réunions du Comité d'orientation,
- préparer et présenter le programme annuel d'activité au Comité d'orientation,
- transmettre au comité de pilotage les avis du conseil scientifique.

### 2) Secrétariat

Chaque Coordinateur de centre est assisté d'un secrétariat dont le rôle est de :

- Coordonner les activités entre les Parties;
- Mettre à jour le programme de travail et des activités ;
- Collecter les informations et compiler les indicateurs de suivi ;

- Produire et collecter les rapports et les livrables ;
- Assister le coordinateur pour la convocation des réunions de Comité d'orientation;
- Rédiger et diffuser les comptes-rendus, en tenir les registres ;
- Centraliser, mettre à jour, conserver et diffuser la liste des Informations confidentielles aux Parties concernées.

## V- MODALITES D'ADHESION

### 1) *Mode d'adhésion*

Les Centres sont ouverts à toutes équipes et laboratoires de recherche travaillant sur les thématiques couvertes par les Centres. L'adhésion peut se faire selon les voies suivantes :

- Via 1 appel à propositions suivi de l'étude de la proposition par le Comité d'orientation qui prend sa décision à l'unanimité.
- Via une lettre d'intention adressée au Président du Comité d'orientation. 1 dossier (selon les critères définis d'accord Parties) est déposé au secrétariat du centre concerné puis examiné par le Comité d'orientation qui prend une décision à l'unanimité.

### 2) *Prise d'effet*

A la date de signature de l'accord ou d'un avenant à ce dernier.

### 3) *Conséquences*

La Partie signataire adhère à l'ensemble des droits et obligations issus de l'accord.

## VI- MODALITES DE RETRAIT - EXCLUSION

### 1) *Retrait*

Demande de retrait A/R par la partie avec observation d'un délai de préavis de 12 mois en indiquant les motifs de retrait et d'avoir poursuivi les opérations pour lesquelles la Partie s'est engagée.

Examen de la demande de retrait par le comité d'orientation dans les 45j

### 2) *Exclusion*

En cas de motif sérieux tel l'inexécution ou le manquement à une obligation contractuelle.

Mise en demeure avec un délai de réponse de 30j au-delà de ce délai la Partie est considérée comme défaillante.

Décision d'exclusion prise à l'unanimité du Comité d'orientation, la Partie concernée n'aura pas droit au vote.

### 3) *Conséquences*

- Du départ

Suspension des droits, fin de la communication d'informations, restitution d'informations le cas échéant

Application des règles de confidentialité après départ

- De l'exclusion

Suspension des droits, fin de la communication d'informations, restitution d'informations le cas échéant

Application des règles de confidentialité après départ

Application des éventuelles conséquences financières liées à la défaillance

## VII- PROPRIETE INTELLECTUELLE

### 1) Confidentialité

Principe : pendant la durée de l'accord et dans les 5 années qui suivront son terme, sa fin anticipée, le retrait ou l'exclusion, les Parties sont tenues à la confidentialité des informations identifiées comme confidentielles et communiquées dans le cadre de l'accord.

### 2) Publications

Principe : dès lors que la publication concerne 1 connaissance, 1 projet/programme issu de l'accord, la Partie initiatrice doit recueillir l'accord préalable écrit des autres Parties (courrier A/R + sujet de publication).

Les autres Parties ont 6 semaines à compter de la réception pour objecter (demande de modification, demande de report de publication) à défaut, le consentement est considéré comme accordé.

### 3) Savoir faire pré existant

Principe : chaque Partie est propriétaire de son savoir faire préexistant et de sa protection. Chaque Partie établit la liste des savoirs qu'elle exclut de l'accord et ceux auxquels elle donne des droits d'accès dans le cadre du projet.

### 4) Logiciels

Principe : Chaque partie reste seule propriétaire des logiciels développés par elle en dehors de l'accord.

Pour les logiciels développés en commun, les parties bénéficient d'un droit d'usage gratuit et incessible de ces logiciels pour leurs besoins propres de recherche.

En cas de concession de droits d'exploitation à des tiers sur les logiciels visés, les redevances perçues à ce titre sont réparties entre les parties au prorata des apports respectifs.

### 5) Connaissances propres

Principe : chaque Partie est propriétaire de ses connaissances propres brevetées ou non antérieures à l'accord et de toutes les améliorations et/ou modifications apportées à ses connaissances sans recours au projet.

La partie est également propriétaire des connaissances qu'elle aura obtenues en réalisant un travail issu du projet.

Aucune cession de droit ou de licence de principe.

## 6) Connaissances communes

### Principes :

- Copropriété des résultats obtenus en communs  
NB Les parties à l'origine des résultats peuvent décider de conférer la propriété à l'une ou plusieurs d'entre elles moyennant une compensation
- 1 accord ultérieur spécifique est signé entre les Parties concernées pour fixer les quotes-parts à hauteur des contributions (intellectuel, financier, scientifique et technique)
- Les parties concernées décident de la protection à donner aux résultats visés
  
- *Cas des résultats brevetables*
  - Les Parties concernées par le résultat brevetable établissent un règlement de copropriété de brevet et savoir faire,
  - L'accord ultérieur précise en outre la répartition des frais de dépôt, de maintien, d'extension et de protection du brevet
  - Si l'une des parties souhaite renoncer à déposer, maintenir le brevet, ou étendre le brevet, elle en informe dans des délais opportuns les autres Parties afin qu'elles puissent effectuer les démarches requises.
  - Si l'une des parties souhaite céder sa part de copropriété de brevet, elle en informe par courrier A/R les autres parties qui exercent un droit de préemption dans les 2 mois à compter de la réception
  
- *Cas des résultats non brevetables et du savoir faire susceptibles de faire l'objet d'un brevet ou dossier technique secret*
  - Les Parties concernées décident si ce dernier peut être valorisé par le biais d'un dossier technique secret et en définissent l'étendue, la durée, les droits et obligations
  
- *Cas des résultats et du savoir faire non susceptibles de faire l'objet d'un brevet ou dossier technique secret*
  - Les Parties concernées s'engagent à communiquer ces résultats à l'ensemble des parties à l'accord

## VIII- EXPLOITATION

- Chaque partie est libre d'exploiter ses connaissances propres sous réserve du droit des autres
- Pour la durée du projet/programme, les parties acceptent de concéder un droit d'utilisation de leurs résultats propres et leurs savoirs faire aux autres parties sur demande écrite de celles-ci lorsqu'ils leur sont nécessaires pour exécuter leur part du projet. Cette concession se fait sans contrepartie financière et ne comprend pas le droit d'accorder de sous licence sauf accord contraire.  
Concernant les logiciels propres, le droit d'utilisation ne concerne pas le code source mais seulement l'accès au code objet sauf accord contraire spécifique entre les parties concernées. L'accès sera en outre conditionné à une demande à la Partie propriétaire précisant la portée, la durée et l'application souhaitée.
- Les parties copropriétaires disposent d'un droit non exclusif d'exploitation industrielle et/ou commerciale, directe et indirecte des résultats communs.
- En cas d'exploitation effective par une partie, celle-ci donnera lieu à une compensation financière, forfaitaire ou proportionnelle, qui sera équitable eu égard aux contributions respectives des parties copropriétaires.

- L'accord de toutes les parties copropriétaires est nécessaire en cas d'exploitation exclusive.
- Pour les résultats communs consistant en des logiciels, l'accord des autres parties copropriétaires est nécessaire en cas de diffusion des codes sources.

#### **IX- RESSOURCES**

- 1) *Humaines*
- 2) *Financières*
- 3) *Documentaires*

#### **X- INTUITU PERSONAE**

- Les Parties reconnaissent que l'accord est conclu intuitu personae et n'est donc pas susceptible de cession totale ou partielle sans l'accord du comité d'orientation

#### **XI- REGLEMENT DES DIFFERENTS**

- Principe de règlement amiable via l'arbitrage du Comité d'orientation. Les Parties concernées par le différent n'ont pas le droit de vote pour l'occasion.
- A défaut, recours aux juridictions compétentes

## **Evaluation des enseignants-chercheurs**

**Documents de travail**  
*Version du 05 avril 2012*

### **1. Définition de l'Enseignant-chercheur à ZIE**

L'enseignant-chercheur fait partie intégrante du « personnel cadre » de ZIE. Ils peuvent bénéficier de contrat à durée déterminée (CDD) ou indéterminée (CDI).

L'enseignement-chercheur consacre son temps à quatre (4) grandes catégories d'activités :

- l'enseignement (1)
- la recherche (2)
- la valorisation, la R&D et l'innovation (3)
- le management(4)

Il est titulaire d'un doctorat et assure une charge pédagogique annuelle maximale de 192 heures de cours équivalent TD. Au moins 50% de son temps est consacré aux activités (2) et (3).

Les charges pédagogiques peuvent être modulées en fonction du niveau de responsabilité administrative de l'enseignant-chercheur (ex : directeur d'activité, chefs UTER, chefs laboratoires, responsables pédagogiques, responsables d'UE).

**2. Principales activités et indicateurs d'évaluation de l'enseignant-chercheur à 2iE**

Rubrique	Activités annuelles	Indicateurs de résultats	Valeurs cibles annuelles	Moyens de vérification
<u>Enseignements</u>	Cours(Présentiel et FOAD)	Nombres d'heures de cours équivalent TD	192 heures maximum	Plan de charge pédagogique
	Encadrement étudiants Bachelor (stages, mémoires, projets intégrateurs, soutenances)	Nombre d'étudiants et/ou jury	Au moins 5	Liste d'étudiants encadrés et/ou de jury
	Participation au montage et coordination de projets de recherche	Nombre de projets soumis et/ou coordonnés	Au moins 1	Liste des projets
	Participation aux investigations scientifiques	Hommes-mois	Entre 2 et 6	Rapport d'activités et feuilles de temps
	Rédaction de publications et titres de propriétés intellectuelles	Nombre de production scientifique de rang A <sup>(1)</sup>	1 équivalent article <sup>(2)</sup>	Liste de publication
	Participation conférences et autres réunions scientifiques, réseautage	Nombre de conférences et réunions scientifiques	Au moins 1	Liste des conférences et réunions scientifiques
	Participation à l'organisation de conférences et manifestations scientifiques et techniques	Nombre de conférences et manifestations scientifiques et techniques organisés	-	Liste des conférences organisées
	Encadrement étudiants Master (stages, mémoires, soutenances)	Nombres d'étudiants Master encadrés	Au moins 3	
	Encadrement ou direction de doctorants	Nombres de doctorants	Au moins 1	Liste de doctorants
	Expertises scientifiques et techniques	Nombre d'études réalisées	-	Liste des études réalisées
<u>Valorisation, R&amp;D et Innovation (via Technopole)</u>	Transfert, vulgarisation et promotion des résultats de la recherche	Hommes-mois Nombre de titres et Brevets	-	Rapport d'activités
	Formations continues et renforcement des capacités	Nombre de formations continues réalisées	-	Liste des formations réalisées

<u>Management</u>	Gestion d'activités (Direction, Centres, laboratoires, UTER), responsabilité pédagogique, gestion de projets et conventions	Hommes-mois	Entre 0,5 à 2	Rapport d'activités et feuilles de temps
-------------------	---	-------------	---------------	--

<sup>(1)</sup> Est considéré comme une production scientifique de rang A :

- une publication dans une revue internationale avec comité de lecture (ou une revue considérée comme de très bon niveau par la communauté dans certaines disciplines),
- un chapitre d'ouvrage ou un ouvrage de recherche reconnu internationalement,

<sup>(2)</sup> L'enseignant-chercheur est crédité des publications scientifiques selon le tableau suivant :

Rang dans la liste des auteurs	Nombre de publication créditée
1 à 3	1
4 et 5	0,5
Supérieur à 5	0

### **3. Suivi et évaluation des indicateurs**

Trois niveaux de suivi des indicateurs d'évaluation de l'Enseignant-chercheur sont réalisés :

- ***Suivi au niveau du Service des Etudes*** : Il s'agit d'un suivi pédagogique en fonction des critères d'évaluation des charges d'enseignements et du dispositif qualité en place à 2iE.
- ***Suivi et évaluation au niveau des laboratoires et Centres*** : Il s'agit d'un suivi opérationnel qui est opéré par les responsables de laboratoires et de centre de recherche sur la base de fiches synoptiques remplies par chaque enseignant-chercheur. Ce suivi se fera régulièrement avec une fréquence trimestrielle et un tableau consolidé sera produit par laboratoire et Centre de recherche. Une évaluation en sera faite tous les semestres afin de détecter les insuffisances et proposer des mesures correctives.
- ***Suivi et évaluation au niveau de l'institution 2iE*** : Ce suivi se fera sur la base d'un rapport annuel fourni par le responsable de chaque laboratoire et Centre. Ce rapport fera une synthèse pertinente des activités de recherche au sein des laboratoires et centres, ainsi que des résultats d'évaluation de leurs enseignants-chercheurs. Ce rapport alimentera le dispositif de suivi-évaluation annuel du Plan d'Orientation Stratégique (POS) de 2iE.

Noms et Prénoms	Nationalité	Titre de la thèse		Labo	Financement	Directeur de thèse	Université Partenaire
<b>Intance de soutenance</b>							
COLLARD François Xavier	Française	Etude de la pyrolyse catalytique à partir de biomasse imprégnée pour la production de biocarburants et hydrogène		LBEB	2iE	Joel BLIN	Université de Compiègne - France
IBRAHIM Boubacar	Nigérienne	Evolution des ressources en eau en Afrique de m'Ouest: Une approche couplée Climat-Hydrologie		LEAH	2iE	Harouna KARAMBIRI	Université Pierre et Marie Curie (Paris IV) - France
MOUNIROU Lawani Adjadi	Bénoïse	Etude du ruissellement et de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales sur le bassin sahélien de Tougou: Quantifications et perspectives de Modélisation		LEAH	2iE	Hamma YACOUBA	Université de Montpellier II - France
ZOROME Malicki	Burkinabé	Modélisation mathématique de la dynamique de la vulnérabilité socioéconomique des ruraux sahéliens à la variabilité climatique		LEAH	2iE	Bruno BARBIER	Université de Ouagadougou - Burkina Faso
<b>3eme année</b>							
GUEYE Mbaye	Sénégalaise	Synthèse des charbons actifs à partir de biomasse imprégnée,		LBEB	2iE	Joel Blin	Université des Technologies de Compiègne - France
MAIGA Stéphanie	Burkinabé	Etude géochimique des eaux de ruissellement du bassin versant de Tougou (bassin supérieur du Nakambé) au Nord du Burkina		LEAH	2iE	Hamma Yacouba	Université de Ouagadougou
MANDE Théophile	Burkinabé	Watershed modeling for sustainable development in savana agro-system		LEAH	2iE	Hamma YACOUBA	EPFL Lausanne - Suisse
MELZER Michael	Allemande	Valorisation énergétique de sous produits agricoles de zone sub-saharienne: potentiels et limites de la pyrolyse flash,		LBEB	2iE	Joël Blin/	Université des Technologies de Compiègne - France
MOUSSAVOU M. Rédéo Wilfried	Gabonaise	Synthèse enzymatique d'esters éthyliques d'huiles végétales pour la production de biodiesel à partir de lipases végétales issues de la biomasse africaine		LBEB	2iE	Joël Blin /	Université de Montpellier II - France
NDOUNLA Juliette	Cameroun	Variations spatio-temporelle de la qualité des eaux de consommation et leur influence sur la santé des consommateurs		LCP-Eau	2iE	Joseph WETHE	EPFL Lausanne - Suisse
RAMDE Emmanuel	Burkinabé	Etude expérimentale des composants d'une centrale thermodynamique hybride electrosolaire/biomasse en Afrique de l'Ouest - Dimensionnement de la centrale et analyse économique		LESEE	2iE	Yao Azoumah	Kwame Nkrumah University - Ghana
YAMEUGUEU Nguewo Daniel	Cameroun	Matériaux et systèmes de stockage thermique pour centrales électrosolaires thermodynamiques		LESEE	CNRS	Yao Azoumah	Université de Perpignan - France

YIYOUGO Lydie	Burkinabé	Approche de l'assainissement environnemental centrée sur les ménages (AECM) en milieu urbain et semi urbain en Afrique subsaharienne: application dans les villes de Fada et de Pouvtinga	LEDES	2iE	Joseph Wethe	Université d'Abobo Adjamé - Côte d'Ivoire
<b>2ème année</b>						
AUDOUIN Sarah	Française	La cartographie du potentiel de développement des agrocarburants dans les pays de l'UEMOA : abordée dans un cadre interdisciplinaire pour une approche bottom-up des potentiels territoriaux	LBEB	Biocar-burants	Joel BLIN	Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne
CHAPUIS Arnaud	Française	Evaluation d'une filière énergétique d'origine agricole dans un contexte de développement durable: cas de la filière Jatrophia	LBEB	Biocar-burants	Didier Lecomte	universite de toulouse
DERRA Salif	Burkinabé	Conditions socio-économiques de la valorisation énergétique de la biomasse agricole : Cas de des huiles au Burkina Faso	LBEB	Biocar-burants	Joel BLIN	UMR Supagro
DJERMA Gatete	Burkinabé	Configuration des filières, jeux institutionnels et effets structurels des biocarburants au Burkina Faso	LBEB	2iE	Marie Hélène DABAT	Université de Paris XI
KEITA Amadou	Maliennne	Flow process study and optimum drainage in irrigation schemes of the soudanian climate - Case study of Moutori in Burkina Faso	LEAH	2iE	Hamma YACOUBA	Unesco ihe
KOUAWA Tadjouwa	Cameroun	Filtres plantés et traitement des boues de vidanges sous climat sahélien : compréhension – expérimentation et modélisation des processus.	LEDES	DAAD/2iE	Amadou Hama Maïga	Université de Strasbourg - France
KUELA Kpoda Noellie	Burkinabé	évaluation des risques sanitaires biologiques liés à la réutilisation des eaux usées et excréta humains traités en maraîchage dans le domaine nord saoudien: cas de la ville de Ouagadougou	LEDES	USAID/2iE	Amadou Hama Maïga	Université de Ouagadougou - Burkina Faso
LAWANE Abou	Nigérienne	Caractérisation des matériaux latéritiques pour une meilleure utilisation en Afrique	ISM	2iE		Université du Havre - France
<b>1ere année</b>						
ABBEY Charles	Ghanéenne	Low cost wastewater collection and treatment	LEDES	USAID	Amadou Hama Maïga	Tuskegee University
ADJEFFA Eplyste	Tchadienne	Fonctionnement hydro_pédologique des périmètres de la vallée de Sourou en contre saison: incidence sur la production agricole	LEAH	MAEE	Hamma YACOUBA	Université de Ouagadougou
AHOULE D. Ghislain	Ivoirienne	Performances et faisabilité en conditions sahéliennes du traitement de l'eau de consommation contaminée à l'arsenic par des techniques membranaires	LEDES	USAID/2iE	Amadou Hama Maïga	
AMARE Tiruneh	Ethiopienne	Low cost wastewater collection and treatment	LEDES	BMGF/2iE	Amadou Hama Maïga	

DARIMANI Hamidatu	Ghanéenne	Inactivation of pathogens during composting process and their impact in the soil system after amendment by compost	LEDES	Ameli-eaur/2iE	Amadou Hama Maïga	Hokkaido University
DOTO C. Vivien	Bénoïse	L'irrigation de compléments à partir de petits bassins individuels: quelles contributions pour assurer la sécurité alimentaire en zone de pluviométrie variable?	LEAH	CRDI/2iE	Hamma YACOUBA	Abomey CALAVY
FOWE TAZEN	Cameroun	Approche participative de la gestion des petits barrages dans un contexte de multiples usages : cas des barrages de Boura et de Binaba dans le bassin de la Volta en Afrique de l'Ouest	LEAH	CPWF V3/2iE	Harouna KARAMBIRI	
GADO Djibo Abdouramane	Nigérienne	Développement et calibration d'un modèle pluie débit de prévision saisonnières (court et moyen termes) sur le bassin versant de la sirba	LEAH	BAD/2iE	Harouna KARAMBIRI	Ottawa
KABORE Madi	Burkinabé	Prévision et contrôle commande intelligent des bâtiments par la simulation et l'optimisation numérique : application à l'efficacité énergétique et confort thermique	LESEE	2iE	Yézouma Coulibaly	Université de savoie
NKA N. Bernadette	Cameroun	Mise à jour des normes hydrologiques en relation avec les changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest	LEAH	BAD/2iE	Harouna KARAMBIRI	UPMC
OUEDRAOGO Emile	Burkinabé	Développement de mini-systèmes solaires à concentration pour la production d'électricité décentralisée en Afrique de l'Ouest : de l'étude des potentiels au choix des technologies adaptées pour le montage d'un prototype	LESEE	Entreprise	Yao Azoumah	
SANGARE Drissa	Burkinabé	Vaorisation des sous produits de l'assainissement écologique en agriculture: utilisation optimale, impact sanitaire et incidence sur la qualité des sols cultivés	LEDES	Ameli-eaur/2iE	Hamma YACOUBA	Hokkaido University
TIROGO Justine	Burkinabé	Modélisation Hydrogéologique de la nappe sédimentaire du Sud Ouest du Burkina Faso pour une meilleure gestion des ressources en eau souterraine par la télégestion	LEAH	MAEE	BIAOU Angelbert	Paris 6
TSUANYO Blaise	Cameroun	Conception optimale et multiéchelle des réseaux de systèmes hybrides PV/Diesel pour la production décentralisée d'énergie	LESEE	Flexy energy/2iE	Yao Azoumah	UPVD
ZARE Aïda	Burkinabé	Impact socio économiques et biophysiques des changements climatiques et des aménagements hydro agricoles du fleuve Niger sur le delta inférieure	LEAH	AfroMaison/2iE	Bruno BARBIER	Univ Montp 2
ZONGO Bétéo	Burkinabé	L'irrigation de compléments à partir de petits bassins individuels permet-elle aux paysans sahéliens de s'adapter au changement climatique? Apport de simulations économiques avec un modèle intégré	LEAH	CRDI/2iE	Hamma YACOUBA	
NOUMI Serges Eric	Cameroun	Optimisation paramétrique de la pyrolyse en vue d'améliorer la réactivité des charbons végétaux comme réducteurs: application aux biomasses tropicales	LBEB	AIRD	Joel BLIN	Bresil