



**CIRUISEF – Sciences et Francophonie**

*Conférence Internationale des Responsables des Universités et Institutions Scientifiques  
d'Expression Française*

# PROJET 2009

Armoire de TP de Physique

*à l'attention de M. Cerquiglioni, Recteur de l'AUF*

## 1 - Pertinence de l'action

Renforcement des compétences des Etablissements d'enseignement supérieur des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (pays ACP).

Les études scientifiques expérimentales (Physique, Chimie et Biologie) nécessitent pour être comprises et assimilées par les étudiants, des travaux pratiques (TP).

Cette action est la réponse à un constat fait par les Doyens des Facultés de Sciences et Technologie de l'espace francophone dans le cadre de leur Conférence Internationale (CIRUISEF\*) :

la dégradation voire l'absence de Travaux Pratiques expérimentaux (TP) en enseignement de Physique au niveau licence et la non acquisition voire la perte de savoir-faire des jeunes enseignants-chercheurs (mais aussi de certains séniors) dans les facultés des pays ACP.

Les conséquences depuis quelques années sont dramatiques dans ce domaine spécifique, tant en terme de formation (technicité et aptitude aux applications pratiques) des cadres scientifiques des pays des régions du SUD où le secteur productif se trouve pénalisé, qu'en terme d'échanges bilatéraux (les étudiants de licence n'ont pas les compétences pratiques nécessaires pour suivre avec profit certains Masters européens).

Les études scientifiques expérimentales (Physique, Chimie et Biologie) nécessitent pour être comprises et assimilées par les étudiants, des manipulations pratiques : observation, conception, utilisation, adaptation, interprétation. La créativité et l'aptitude à développer des applications nécessitent un contact avec la matière. Cette approche particulière (qui fait appel aussi aux cinq sens de l'individu) ne peut pas être compensée par les cours théoriques ni par les nouvelles techniques d'information et de communication (TIC), comme pour d'autres disciplines universitaires. Or, le coût engendré par cette approche spécifique (salles et matériels spécialisés) n'est pas suffisamment pris en compte par les responsables financiers, tout particulièrement dans certains pays ACP où ces Travaux Pratiques, s'ils existaient, se sont délités au fil des années.

Il faut cependant souligner que même si les budgets le permettaient, la création *ex-nihilo* de travaux pratiques dans certains pays ACP est une tâche fort difficile: absence de matériels de base, délais excessifs d'approvisionnement de chaque élément commandé, faibles moyens d'entretien, multiples tâtonnements inévitables pour obtenir un ensemble fonctionnel...

Une première action, financée par l'AUF et la CIRUISEF, avait permis de 1999 à 2004, d'élaborer "une mallette de TP de Chimie", en vue d'aider les universités les plus démunies à offrir à leurs étudiants, de 1ère année, du 1er cycle universitaire, une formation pratique minimale.

Cette mallette a été élaborée par des experts en didactique des sciences chimiques (cf le site WEB <http://ciruisef.com>). Elle comporte le matériel de laboratoire et les produits nécessaires à quatre catégories de manipulations de base, à savoir : 1 - Initiation aux mesures volumétriques, 2 - Acides – bases, 3 – Oxydoréduction, 4 - Thermodynamique chimique

Cette mallette (56 x 38.5 x 12 cm) a été réalisée en 140 exemplaires et distribuée gracieusement aux Universités de Cotonou (Bénin), d'Antananarivo (Madagascar), Port au Prince (Haïti), Brazzaville (Congo), Abidjan (Côte d'Ivoire), Niamey (Niger) et

Ouagadougou (Burkina Faso). Un suivi de mise en place et d'évaluation de l'action a été effectué par la CIRUISEF.

Encouragée par ce premier succès, la CIRUISEF a diligenté un comité d'experts en Sciences physiques pour réfléchir et élaborer « une armoire de TP de Physique ». Le comité d'experts, composé de neuf enseignants-chercheurs physiciens français, belges, ivoiriens et sénégalais spécialistes en pédagogie (ayant tous déjà participé à des actions de coopération Europe-Afrique), a réfléchi durant 2 ans à l'élaboration d'expérimentations (TP) adaptées aux conditions particulières des pays ACP (non disponibilité sur place de fournisseurs variés, de pièces détachées, de "fonds de laboratoire"...).

**Les experts appartiennent aux Universités de Cocody - Abidjan (Dr Aboubacar SAKO), Université Libre de Bruxelles (Pr Jean Marie FRERE) , Dakar (Cheikh Anta Diop), Université de Provence (Aix-marseille 1)(Dr Laurence KOVACIC et Dr Francis SECCIA), Orsay-Paris 11 (Dr Patrice JENFFER), Paris 12-Val de Marne (Pr. Michel GOUET, Dr Bernard CLAIRAC et Dr Moktar RAY) et l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie de Paris (Pr Etienne GUYON).**

**M. Michel GOUET est l'animateur de ce comité.**

Les thèmes retenus mettent en oeuvre les principales méthodes utilisées par les scientifiques actuels. (Description sur le site Web de la CIRUISEF)

Ainsi, une quinzaine d'expériences utiles sur le plan de la formation scientifique générale ont été élaborées et déclinées sous forme de tiroirs (15 tiroirs = 1 armoire). Le matériel sélectionné est robuste, fiable, facile d'entretien et utilise des consommables de coût abordable et obtenus sur place. Toutes les expériences sont disponibles sous forme de prototypes (matériel + documents explicatifs). Elles sont prévues pour être adaptables selon les conditions locales, et aisément duplicables.

La mise au point du premier prototype (armoire de 15 tiroirs) a été prise en charge par la CIRUISEF et les différents laboratoires d'appartenance des experts (réunions des experts + matériel).

Ces expériences ont été présentées en fonctionnement au "1er congrès Nord-Sud sur l'enseignement et la recherche en Physique" à Oujda (Maroc) du 9 au 13 avril 2007 (110 personnes) . La fiabilité a ainsi été démontrée dans un environnement a priori peu adapté (salles ordinaires et non laboratoires). Les participants ont pu manipuler eux-mêmes et de nombreuses demandes d'information ont été reçues.

L'armoire comporte le matériel de laboratoire et les produits nécessaires à 15 manipulations de base, à savoir :

1. **Mécanique** : Composition des forces (addition de vecteurs). Pendule simple. Chute parabolique. Chute avec vitesse initiale.
2. **Electricité** : Mesures avec multimètre, résistances linéaire, assemblage de résistances. Mesures avec un multimètre, résistance non-linéaire (ampoule électrique). Circuit RL et RC, impédance, charge d'un condensateur, relaxation. Circuit RLC série sous tension alternative sinusoïdale.
3. **Optique** : Loupe, œil, microscope : en utilisant un banc d'optique, une source de lumière, des lentilles de verre et une lentille gonflable en silicone. Les défauts de l'œil. Indice de réfraction, optique physique, dispersion de la lumière.

4. **Thermodynamique – Energie** : Fusion de la glace. Régulation de température.
5. **Fluides** : Mesure de viscosité par écoulement dans un tube. Détermination de la viscosité par l'étude de chute de billes. Mesure de tension superficielle par arrachement d'anneau.

L'utilisation et la duplication de cette armoire nécessitent une formation particulière. Car il faut noter que beaucoup de jeunes enseignants-chercheurs (ainsi que certains séniors) ont perdu ou n'ont jamais eu l'occasion de mettre en place des expérimentations.

C'est donc tout un pan du SAVOIR scientifique qui est en train de disparaître dans certaines universités des pays ACP.

Deux enseignants/ingénieurs par Faculté, (re)formés à l'approche expérimentale, permettront à l'ensemble du personnel d'un département de Physique de se (ré)approprier le savoir faire.

Trente et une (31) Facultés de Sciences et Technologie des pays du SUD ont répondu à notre questionnaire et dix d'entre elles se sont engagées (via leur Université) à former leurs enseignants, opérer la réfection de leurs salles, acheter le matériel lourd et mettre en place cette série de TP (cf courriers institutionnels).

Les 10 Facultés des Sciences et Technologies partenaires qui se sont engagées sont les suivantes :

Univ Cheik Anta Diop de Dakar, (Sénégal),  
Univ Gaston Berger de St Louis (Sénégal),  
Université de Ziguinchor (Sénégal),  
Univ Marien NGouabi (Brazzaville-Congo),  
Univ de Moroni (Les Comores),  
Univ d'Antananarivo, (Madagascar),  
Univ de Fianarantsoa, (Madagascar),  
Univ de Cocody (Abidjan-Côte d'Ivoire),  
Univ de Lomé (Togo),  
Univ de Ouagadougou UFR-SVT (Burkina Faso).

Ces dix Facultés ont adopté ou vont adopter la réforme européenne LMD.

Elles ont accueilli à la rentrée 2007, environ 14 600 étudiants en 1ère année (L1) et 8 600 en 2ème année (L2). Cette mise en place concernera donc environ 23 200 étudiants scientifiques à la rentrée de septembre 2010.

Ce projet a été encouragé et plébiscité par les 153 participants représentant 23 pays ACP durant le Colloque organisé par la CIRUISEF du 3 au 6 décembre 2007, à Créteil (France) dont le thème était « Réflexion sur le socle des FONDAMENTAUX de la Licence scientifique » dans le cadre de la réforme européenne LMD (cf le site WEB de la CIRUISEF, liste des participants).

## **2. Description de l'action et son efficacité**

Il s'agit à présent de mettre en œuvre ce projet dans les pays concernés.

L'opération sera conduite de la manière suivante :

a - Deux enseignants ou ingénieurs de chaque Faculté (= 20 « stagiaires » ) seront accueillis durant 18 jours à Dakar, par 4 experts de l'armoire, pour suivre :

- un enseignement de cours généraux et d'initiation aux outils des ateliers (30h d'enseignement à l'Université de Dakar durant une semaine ;

- une formation pratique d'une semaine ;

- un séminaire de restitution de 2 jours : ce séminaire sera l'occasion de mettre en commun les expériences des groupes, approfondir certains problèmes techniques, amorcer les collaborations inter ACP et UE-ACP et évaluer les « stagiaires ». Les personnes formées devront être en mesure d'assurer sur place des tâches de duplication, de maintenance, voire de prolongement des TP en projets personnels encadrés (adaptation des outils pédagogiques).

Un rapport de mission sera établi par chaque « stagiaire ».

Une attestation de la formation sera établie à l'issue du stage.

Le rapport de stage et l'attestation de formation constitueront des indicateurs de réalisation objectivement mesurables par l'ensemble des partenaires de ce projet.

b - envoi en tant que fourniture initiale d'un prototype de "l'armoire" à chaque département de physique des Universités cibles partenaires .

L'achat du matériel des armoires sera fait par l'AUF ou par la CIRUISEF.

Le conditionnement de l'armoire sera effectué par les techniciens de l'Université Paris 12.

**Le coût du transport sera à la charge des Facultés bénéficiaires.**

Toutes les documentations nécessaires seront rédigées et fournies (documents destinés aux enseignants et étudiants modifiables selon les besoins et situations locales, suggestions de manipulations complémentaires, précisions sur la maintenance...), et cette information initiale sera poursuivie par des échanges ultérieurs d'expérience, via le réseau animé par le responsable du comité scientifique.

c - Un rapport de mise en œuvre, rédigé par les départements de physique, sera remis au coordonnateur via les Doyens des Facultés des Sciences, 6 mois après réception de l'armoire.

### **3 - Durabilité de l'action**

La volonté de rupture de l'isolement des scientifiques du Sud est forte.

a - Un réseau de spécialistes de "l'ingénierie pédagogique en Sciences Physiques" entre les Etablissements d'enseignement supérieur du Groupe d'Etats ACP et ceux de l'UE sera constitué, animé par le responsable du comité d'experts. L'université de Dakar pour l'Afrique de l'Ouest) et celle de Brazzaville pour l'Afrique Centrale seront les têtes de pont de ce réseau pour leur région.

- o Rédaction de documents d'accompagnement extensifs destinés aux étudiants et aux enseignants (mise à jour permanente sur Internet des remarques, astuces, développements faits par les utilisateurs)

- o A court terme, ce corpus commun d'expériences donnera lieu à des échanges entre collègues (transmission de savoir-faire) et les encouragera à élaborer de nouveaux prototypes. (Ce phénomène a déjà eu lieu entre les collègues "experts" des Universités initiatrices !).

b - Duplication du matériel. Certaines fabrications se feront sous forme mutualisées dans les Universités (Dakar, Ouagadougou, Lomé en particulier) qui disposent d'ateliers adaptés (montages de mécanique, d'électricité, d'électronique) ainsi

qu'avec certaines entreprises locales. Nous pensons que la nécessité de construire quelques dizaines d'exemplaires portant le sigle du site "constructeur" pour l'ensemble du réseau aura un effet plus motivant pour les collègues que la perspective de consentir beaucoup d'efforts pour la fabrication d'un exemplaire unique. Le département de physique de l'Université Cheik Anta Diop de Dakar managed ces duplications.

c - Les rencontres des enseignants et techniciens/ingénieurs sont essentielles. Dans la mesure où il s'agit de relancer une activité de travaux pratiques de Physique dans des lieux où elle a été suspendue par manque de moyens matériels, techniques et parfois humains, il sera nécessaire de poursuivre les échanges. L'Université de Provence (Aix-Marseille 1) a déjà eu une expérience significative de collaboration avec certains pays d'Afrique jusqu'en 1995 dans le domaine des travaux pratiques de Physique (Madagascar, Djibouti, Cameroun) et il a été jugé indispensable aux parties de prolonger les échanges au-delà de la livraison et installation éventuelles du matériel.

Durant plusieurs années, des techniciens et enseignants sont venus passer quelques semaines en France en période d'enseignement. Ils se sont familiarisés avec le fonctionnement du service de travaux pratiques en travaillant avec leurs homologues français. Les enseignants ont pu s'inspirer des pratiques marseillaises pour organiser les TP chez eux, repartir avec des énoncés et de nouvelles idées pour développer leurs propres travaux pratiques. Les techniciens et ingénieurs se sont formés à l'utilisation et à la réparation des appareils et montages expérimentaux. Lorsqu'il était impossible de faire venir les gens en France, une personne du service de T.P. se rendait sur place pour apporter du petit matériel d'atelier, aider, conseiller et dépanner lorsque cela sortait des compétences du personnel local.

C'est ce que nous nous proposons d'assurer à travers la mise en place du réseau des partenaires-bénéficiaires et des experts.

4- Les risques inhérents à la première partie de cette action sont faibles :

-Sur le plan humain : les experts ainsi que les stagiaires sont identifiés et peuvent être remplacés en cas d'indisponibilité.

-Sur le plan matériel et logistique : les 10 Facultés se sont engagées via leur Université (cf courriers institutionnels) à la réfection des salles de TP et à l'achat des principaux matériels lourds.

C'est un projet qui prend corps, avec les partenaires, depuis 4 ans. Nous pouvons donc être assurés de l'engagement politique des 10 Facultés. Les risques se situent plus à l'échelle de la pérennité de l'action

Le matériel sera fortement utilisé (même en binôme). La durabilité dépendra de la capacité d'entretien et de duplication des enseignants du département de Physique.

Les directeurs devront prévoir annuellement un budget de remplacement tant pour les consommables que pour les appareils lourds (5 à 10 ans d'amortissement).

Néanmoins, seuls la volonté et le dynamisme de chacun permettra de faire perdurer ces travaux pratiques. Ils ont en effet été conçus pour ne pas dépendre d'éléments à acheter à l'export.

A priori, ce sont les Doyens des facultés des Sciences du Sud qui ont alerté la CIRUISEF sur l'état de leurs travaux pratiques expérimentaux. On est donc en droit de penser, qu'après cette aide ponctuelle, la communauté des physiciens des pays ACP reprendra les choses en main et se réappropriera le dossier.

En conclusion, les résultats escomptés de notre action sont de :

- Renforcer les compétences du corps enseignants des pays ACP, en particulier aux sciences expérimentales de Physique (réflexion, manipulation, construction, duplication des expériences), afin qu'ils( ré)introduisent, à coût réduit, des travaux pratiques dans leur cursus d'enseignement de Licence et ce dans le cadre de la mise en place de la réforme LMD.
- D'améliorer rapidement les compétences des étudiants scientifiques en activant leur capacité à exploiter des techniques expérimentales et en les préparant à innover. A court terme, les étudiants suivront avec un plus grand bénéfice les enseignements des Masters bi-latéraux et à moyen terme leur formation à l'expérimentation devrait leur permettre une meilleure insertion professionnelle dans le tissu économique de leur pays, dans les secteurs d'activités auxquels conduisent les études scientifiques (transports, assainissement, agro-alimentaire, machinerie, ingénierie, industries...).
- Mettre en place un réseau actif de spécialistes de "l'ingénierie pédagogique en Sciences Physiques" entre les Etablissements d'enseignement supérieur du Groupe d'Etats ACP et ceux de l'UE. Ce réseau sera managé par le responsable du groupe d'experts et le département de physique de l'Université Cheik Anta Diop de Dakar (mise à jour des expérimentations, développement de nouveaux TP, etc...).