



**« Erasmus+ - Key Action 2 - Capacity building in the field of
higher education »**

**Titre du projet : Appropriation des Standards Internationaux
pour la structuration de formations d'Ingénieurs en Afrique de
l'Ouest**

Acronyme : ASICIAO

**Lot de taches WP1D : Mise en place de formations d'ingénieurs en mathématiques
appliquées**

Document rédigé par V. Wertz, avec la collaboration de J. Thollot, A. Sene, T. Boroze et E. Ngom

Février 2020

Contact: asiciao@utt.fr

Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue en aucun cas une approbation de son contenu qui ne reflète que l'opinion de ses auteurs. La Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qui y figurent.

Sommaire

1.	ETAT DES LIEUX AU SENEGAL	3
1.1	Réunion UCAD (ESP-Fac des Sciences) et UVS.....	3
1.2	Réunion IPSL et UFR-SAT (entités de l'Université Gaston Berger à Saint-Louis) et rencontre avec le recteur de l'UGB.....	4
1.3	Réunion avec Mary Teuw Niane	5
1.4	Rencontre recteur-coordonnateur UVS.....	5
1.5	Commentaires généraux sur ces réunions	5
2.	SENEGAL : ANALYSE SWOT ET RECOMMANDATIONS	6
3.	ETAT DES LIEUX AU TOGO.....	7
4.	TOGO : ANALYSE SWOT ET RECOMMANDATIONS	9
5.	VISIBILITE DE LA FORMATION D'INGENIEUR EN MATHEMATIQUES APPLIQUEES	10

1. ETAT DES LIEUX AU SENEGAL

Cet état des lieux a été essentiellement rédigé suite à une mission au Sénégal effectuée par Joëlle Thollot (INPG), Jean-François Remacle (UCLouvain) et Vincent Wertz (UCLouvain) du 23 mai au 1^{er} juin 2019.

Cette mission a permis de nombreuses rencontres avec des collègues de l'UCAD, de l'UVS, de l'IPSL. Le recteur de l'UGB a également été rencontré ainsi que celui de l'UVS, de même que le professeur Mary Teuw Niane, ancien ministre de l'enseignement supérieur.

1.1 Réunion UCAD (ESP-Fac des Sciences) et UVS

Caractéristiques de la formation ESP :

Cette formation démarre sur formation technique (type DUT) suivie par années supplémentaires pour diplôme ingénieur (niveau master). Les bases scientifiques générales ne sont donc pas aussi poussées que dans des formations de grandes écoles françaises ou celles des facultés de sciences appliquées belges.

Il existe un *master en systèmes complexes*, interfacultaire (FST, ESP, FASEG - http://ummisco.ucad.sn/?page_id=158) hébergé à l'ESP, dont le contenu est très « mathématiques appliquées ». Créé il y a 5 ans, 20 étudiants recrutés en L3, assez international, en relation avec Sorbonne Université. Il s'appuie fortement sur une « Unité mixte internationale » comprenant les partenaires suivants :

- IRD et Sorbonne Université
- UCAD
- UGB
- Marrakech (U Cadi Ayad)
- Yaoundé
- Hanoi

Ce master affiche clairement une vocation recherche, plutôt que la formation d'ingénieurs de terrain.

Par ailleurs, la Faculté des sciences de l'UCAD a créé un *diplôme (Master ?) en cryptographie* il y a déjà 15 ans et va ouvrir en octobre 2019 un *master en ingénierie mathématique*.

(<https://www.campusfrancosenegalais.org/formations/master-ingenierie-mathematique-et-numerique>)

Elle offre également plusieurs masters en mathématiques appliquées ou en bio-mathématiques.

https://www.ucad.sn/index.php?option=com_content&view=article&id=774&Itemid=370

En ce qui concerne l'UVS, elle va lancer prochainement un *master en modélisation et calcul scientifique* et un *master en Big Data analytics* (avec INSA Rouen). Le montage de ces masters a été organisé par le MESRI (Ministère de l'enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation) pour le compte de l'Institut supérieur des Techniques avancées (ISTA) que le MESRI veut créer. En attendant la création de l'ISTA, les masters sont confiés à l'UVS.

(<https://www.uvs.sn/nos-formations/>)

Cette première réunion avec trois acteurs de Dakar amène au constat suivant : des formations en mathématiques appliquées existent (et donc des compétences également).

Une formation d'*Ingénieur en mathématiques appliquées* devrait donc **insister sur la composante ingénieur** de la formation :

- Un solide socle technologique de base
- Des soft skills (travail en équipe, leadership, communication)
- Une composante gestion, entrepreneuriat et SHS

- Des liens entre la formation et le monde de l'entreprise (stages, projets industriels, vacataires de l'entreprise...)

1.2 Réunion IPSL et UFR-SAT (entités de l'Université Gaston Berger à Saint-Louis) et rencontre avec le recteur de l'UGB

L'UFR-SAT (Sciences appliquées et Technologie) a trois départements (math, physique, info) et propose des formations généralistes et fondamentales dans ces trois disciplines.

Elle organise un master en mathématiques appliquées avec huit orientations :

<https://www.ugb.sn/sat/index.php/component/content/article/90-sat/152-descriptif-master-mathematiques-appliquees?Itemid=101>

Elle a également offert pendant quelques années un master en bio-statistiques en lien avec les entreprises. Ce master sera ré-ouvert en octobre 2019 avec une orientation un peu plus Big Data.

L'UFR-SAT offre également un master en ingénierie électronique et télécommunications.

<https://www.ugb.sn/sat/index.php/component/content/article/90-sat/137-descriptif-master-d-ingenierie-electronique-et-telecommunication?Itemid=101>

L'IPSL est un jeune institut. Actuellement, il existe deux départements : électromécanique et génie civil, et deux diplômes d'ingénieur correspondants.

(<https://www.ugb.sn/ipsl/index.php/formation/cycle-d-ingenieur>)

L'IPSL recrute après le Bac, pour un cycle commun de deux ans consacré aux sciences de base, suivi de trois années « ingénieur » dans chacune des deux orientations. Il y a environ 50 admis en première année du tronc commun, et l'objectif est d'avoir des promotions d'ingénieur d'environ 20 étudiants par orientation. Il y a donc une petite possibilité d'admission sur titre (ou concours ?) après le tronc commun.

Le tronc commun est composé de cours généraux en math, physique, informatique, langues et communication pendant les trois premiers semestres. Le quatrième semestre est consacré à des cours d'initiation dans différentes disciplines de l'ingénieur.

Des stages sont également prévus tout au long du curriculum.

L'IPSL comprend actuellement 4 enseignants (plus 2 nouvellement recrutés) et fait donc fortement appel à des enseignants extérieurs, y compris des « professionnels ».

Les élèves ingénieur se rendent parfois dans d'autres écoles d'ingénieur (EPT, ESP) pour des TP.

Dans chacune des deux options actuelles, les élèves suivent le même programme (pas de cours à option).

Dans ses plans, il y a la création de trois nouveaux diplômes : énergie et environnement, info-télécom, biomédical. Il est prévu d'ouvrir l'orientation info-télécom en octobre 2020. Les autres ouvertures ne sont pas encore planifiées. L'objectif à terme est d'avoir des promotions de 100 étudiants, toutes spécialités confondues (5 x 20).

L'IPSL est un institut en croissance et créer un diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées est une belle opportunité, soutenue par l'UGB, surtout en fonction de la présence du centre d'excellence africain CEA-MITIC. Le recteur a déjà parlé de cette opportunité avec la Banque Mondiale dans le cadre de la nouvelle phase (4 ans) du CEA-MITIC qui doit renforcer l'impact sur les entreprises, et a obtenu son appui. Il souhaite que la formation débute en octobre 2020. Cette nouvelle formation doit s'appuyer sur les deux départements existants, mais aussi sur les sciences du vivant (UFR-Agro) et sur le département de math de

l'UFR-SAT. Toutes les ressources mentionnées, EDP, EDO, optimisation, finances, mathématiques discrètes... existent à l'UFR-SAT.

Toutefois, quel que soit le projet dans lequel l'IPSL s'engage, il faudra éviter de dupliquer ce qui se fait déjà dans l'UFR-SAT vu les masters déjà organisés par celle-ci.

1.3 Réunion avec Mary Teuw Niane

Mary Teuw Niane, ancien ministre de l'enseignement supérieur, a lui-même une formation en mathématiques appliquées. C'est au titre de ses anciennes fonctions que nous avons sollicité une entrevue.

Il souligne la grande importance des mathématiques et mathématiques appliquées au Sénégal :

UCAD-FST, UCAD-ESP, EPT, IPSL, UFR-SAT, Centre d'excellence en mathématique (CEA-MITIC), Université de Bambey, Université de Ziguinchor, UVS

Cette importance va se concrétiser prochainement via l'ambitieux projet de Cité du Savoir avec supercalculateur, quantum learning machine- objectif : former des innovateurs dans le numérique. Le supercalculateur doit donner aux chercheurs sénégalais l'outil nécessaire pour ne plus aller ailleurs ; IA, Big data sont aussi des cibles. L'objectif de la Cité du Savoir est de regrouper les différents chercheurs, créer des synergies.

Acquérir la compétence de gérer le supercalculateur est aussi un enjeu.

Dans cette cité du savoir, il est également prévu un parc des technologies numériques (financé par la Banque Africaine de Développement) objectif : 39000 emplois directs ! La demande en mathématiques appliquées existe donc bien!

M.T. Niane mentionne aussi l'existence d'un master interuniversitaire en énergies renouvelables (soutien coopération allemande, hébergé par le CEAMITIC) : même programme délivré par toutes les universités. On pourrait s'en inspirer pour un diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées.

1.4 Rencontre recteur-coordonnateur UVS

Le recteur est aussi l'ancien président de l'UFR-SAT.

L'UVS joue un rôle important pour l'accès à l'enseignement supérieur des nouveaux bacheliers. 10000 de la prochaine cohorte de 50000 devraient être accueillis à l'UVS.

Les infrastructures ne suivent pas suffisamment vite - plus de 40 Espaces Numériques Ouverts (ENO) devraient voir le jour dans le futur. Image forte dans tout le pays car ce sont les mêmes bâtiments partout.

Les premières semaines d'accueil des étudiants sont en présentiel pour les socialiser, leur faire acquérir des compétences de base en informatique, des compétences personnelles d'autonomie, voire de leadership et le passage à l'enseignement à distance se fait progressivement.

L'accréditation institutionnelle et des premiers diplômes de l'UVS va démarrer prochainement.

Le recteur serait intéressé à développer de la recherche sur l'enseignement à distance.

1.5 Commentaires généraux sur ces réunions

Suite au constat qu'il y a beaucoup de formations en mathématiques appliquées au sens large au Sénégal, l'IPSL insiste sur l'importance de donner une image ingénieur à la nouvelle formation à créer : une formation de base scientifique large et un focus sur les applications dans différents champs. Il faut donc développer

plusieurs aspects des mathématiques appliquées. En outre, il faut mettre l'accent sur le lien avec les entreprises. On relève qu'il faut étudier le marché pour évaluer la demande, mais qu'inversement, l'enjeu est peut-être de créer la demande en visibilisant le potentiel d'ingénieurs en mathématiques appliquées. D'où l'importance de développer des stages en entreprise dans le cadre de cette formation. On insiste aussi sur l'importance de mettre l'accent sur le côté « opérationnel » de la formation : pouvoir modéliser des situations concrètes en utilisant les différentes techniques de mathématiques appliquées, et résoudre ensuite le problème posé. Il est également important que tous les ingénieurs aient un socle technologique commun et qu'en parallèle on développe l'entrepreneuriat.

Même si certains ne pensent pas que ce soit possible, l'expérience de l'UCLouvain montre que des projets intégrés du monde de l'ingénieur sont tout à fait possibles dès la première année du tronc commun. Ce tronc commun doit vraiment être conçu comme une composante de la formation d'ingénieur, qui commence donc en première année, et pas seulement en troisième (première année ingénieur).

En résumé :

- Une base large multidisciplinaire en mathématiques appliquées (EDP, EDO, graphes, IA, statistiques, analyse numérique, optimisation, automatique...) et des options de spécialisation pour suivre
- Développement de compétences transversales
- Lien entre secteur privé et la formation (stages, projets industriels)
- Travailler l'écosystème autour de ces formations : visibiliser la formation auprès des employeurs,
- Créer la fonction de responsable de stage

L'IPSL a offert de développer une formation d'ingénieur en mathématiques appliquées, mais ses ressources humaines sont limitées. Il faut donc prévoir un partenariat ESP-EPT-IPSL-UVS avec le titre hébergé à l'IPSL mais des UE offertes par les différents partenaires.

On relève enfin le problème d'image entre les écoles d'ingénieur (que la CTI pourrait « accréditer ») et les autres appellations d'ingénieur délivrées par des facultés scientifiques. C'est le cas aussi à Thiès qui a une UFR-Sciences de l'ingénieur différente de l'EPT (qui délivre des masters et pas des diplômes d'ingénieur).

La visibilité de ces différentes offres en mathématiques appliquées doit être renforcée en insistant sur les spécificités de chacune d'entre elles. Il est important que les personnes à l'initiative de ces différentes formations en mathématiques appliquées se parlent régulièrement et qu'un bilan soit fait dans cinq ans.

2. SENEGAL : ANALYSE SWOT ET RECOMMANDATIONS

Sur la base de l'état des lieux décrit ci-dessus, et suite aux nombreuses discussions lors de la mission au Sénégal en mai 2019, nous pouvons établir une analyse des forces et faiblesses, opportunités et menaces (SWOT : Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) liées à la mise en place d'un diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées.

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Une équipe de l'IPSL motivée, qui souhaite réellement s'engager • L'appui du Recteur de l'UGB • Des compétences larges disponibles à l'UFR-SAT et au CEA-MITIC 	<ul style="list-style-type: none"> • La taille de l'équipe est réduite • Il y a déjà un projet d'ouverture d'une orientation info-telecom en octobre 2020
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Le grand nombre de formations « math appli » est sans doute le signe d'une demande forte dans ce domaine 	<ul style="list-style-type: none"> • L'UFR-SAT est beaucoup plus forte que l'IPSL. L'IPSL doit toutefois

<ul style="list-style-type: none"> • Les projets de super-calculateur et de Parc des Technologies Numériques dans la Cité du Savoir vont renforcer cette demande • Une formation « ingénieur en mathématiques appliquées », plus large que les autres formations math appli, donnerait des « cadres » plus directement opérationnels. • L’UVS offre des solutions d’enseignement à distance pour élargir l’offre de cours d’un tel diplôme • Appui possible de la Banque Mondiale ? 	<p>garder le contrôle sur les formations qu’il organise.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beaucoup de formations en mathématiques appliquées existent déjà sur le marché. La visibilité de celle à offrir par l’IPSL sera-t-elle suffisante ? • Une multiplicité de formations étiquetées « ingénierie » mais qui ne sont pas de véritables formations d’ingénieur renforce ce problème de visibilité.
--	--

RECOMMANDATIONS

En lien avec l’analyse précédente, nous soulignons un certain nombre d’enjeux, traduits en recommandations :

1. Une formation d’Ingénieur en mathématiques appliquées doit donc insister sur la composante ingénieur de la formation :
 - a. Un solide socle technologique de base
 - b. Une base large multidisciplinaire en math appli (EDP, EDO, graphes, IA, statistiques, analyse numérique, optimisation, automatique...) et des options de spécialisation pour suivre.
 - c. Des soft skills (travail en équipe, leadership, communication)
 - d. Une composante gestion, entrepreneuriat et SHS
 - e. Des liens entre la formation et le monde de l’entreprise (stages, projets industriels, vacataires de l’entreprise...)
2. Il faut envisager de créer une fonction spécifique de responsable des stages
3. Il faut prévoir un partenariat ESP-EPT-IPSL-UVS avec le titre hébergé à l’IPSL mais des UE offertes par les différents partenaires.
4. Il faut dès à présent prévoir les actions nécessaires pour rendre cette formation visible.

3. ETAT DES LIEUX AU TOGO

Contrairement à la situation sénégalaise décrite ci-dessus, il n’y a pas, au Togo, de formation en mathématiques appliquées (ou assimilée) de niveau master. L’UCAO et le département de mathématique de l’université de Lomé (UL) ont des projets de licence en mathématiques appliquées, mais pas encore mis en œuvre. Les jeunes étudiants qui veulent poursuivre une formation avancée en mathématiques appliquées sont obligés de se tourner vers l’extérieur (UAC – Bénin, AIMS – Ghana, Europe).

L’ENSI (UL) délivre actuellement 3 titres d’ingénieur : génie civil, génie électrique, génie mécanique. Le recrutement sur concours est d’une quarantaine d’étudiants dans chacune des trois filières. La limitation à trois groupes d’une quarantaine d’étudiants résulte essentiellement d’une contrainte de disponibilité de locaux. Il est clair que le nombre et la qualité des candidats au concours d’entrée permettraient d’en recruter plus si les moyens étaient disponibles.

Le CIC (UL) délivre deux formations Licence-Master (pas ingénieur) en génie logiciel et en systèmes et réseaux. Le recrutement (sur concours) offre quarante places dans chacune des filières, mais celles-ci ne sont pas remplies. Le CIB-INTA et l’UCAO ne délivrent actuellement pas de titre d’ingénieur.

Vu l’état actuel de l’offre de formation au Togo, il y a donc certainement une place pour un diplôme d’ingénieur supplémentaire. En outre, des secteurs comme la logistique, l’intelligence artificielle,

l'environnement sont demandeurs de profils ingénieurs maîtrisant des compétences de modélisation, de simulation, d'optimisation, de recherche opérationnelle.

En termes de ressources humaines à l'UL, on note l'étroite collaboration entre ENSI et CIC sur ce projet, ainsi qu'une disposition du département de mathématiques à offrir son soutien pour certains enseignements. Il convient toutefois d'insister clairement sur une formation (et un titre) d'Ingénieur en mathématiques appliquées (avec une connotation ingénierie explicitement marquée) de sorte que le département de mathématiques puisse éventuellement développer ultérieurement un *master* en mathématiques appliquées, qui pourrait d'ailleurs partager des enseignements avec la formation *d'ingénieur* en mathématiques appliquées. L'idée d'envisager simultanément la création d'une formation d'ingénieur en mathématiques appliquées (orientée vers les métiers de l'ingénieur) et d'un master en mathématiques appliquées (orienté vers la recherche) a tout son sens, même s'il n'est pas nécessaire de faire démarrer les deux formations la même année. Cette planification simultanée permet en tout cas de bien réfléchir à la différenciation des deux profils de formation. En outre, il y a probablement une demande pour un tel master de recherche et pour l'instant, les étudiants intéressés sont obligés de s'expatrier.

Par ailleurs, un nouveau centre d'excellence, financé par la Banque Mondiale, va être ouvert à l'ENSI : le CERME (Centre d'excellence régional pour la maîtrise de l'électricité). Ce Centre d'excellence prévoit la mise en réseau de nombreux enseignants, y compris hors Lomé, qui pourraient contribuer à certains enseignements.

Enfin, dans le cadre du projet ASICIAO, des possibilités de synergie entre Sénégal et Togo ont été mentionnées, facilitées notamment par la participation de l'UVS au projet.

Il reste toutefois un problème d'identité d'une telle formation d'ingénieur en mathématiques appliquées. Comme il n'y a pas de formation portant ce nom au Togo, les employeurs potentiels pourraient hésiter à recruter des ingénieurs en mathématiques appliquées (sauf dans les nouveaux domaines évoqués plus haut, comme la science des données ou la logistique...). Le projet doit donc inclure des actions de visibilité significatives envers le secteur économique. En outre, étant localisée à l'ENSI, cette formation d'ingénieur en mathématiques appliquées inclurait des bases solides en génie civil génie électrique et génie mécanique, ainsi qu'en génie logiciel et des systèmes informatiques, via le CIC. Ces bases, ainsi qu'une orientation plus poussée dans un ou deux de ces domaines devrait figurer explicitement dans le supplément au diplôme pour rendre la formation attractive pour les employeurs.

Se pose enfin le problème du recrutement. L'ENSI recrute actuellement au niveau BAC (concours d'entrée) mais recrute également des étudiants de licence (BAC+3) pour une entrée en L3, conduisant alors à des études en 6 ans.

Les réflexions en cours sur le programme d'ingénieur en mathématiques appliquées envisagent un recrutement (sur concours) d'étudiants ayant terminé L2 (en sciences mathématiques physique, ou en licence GC/GE/GM) pour une entrée en L3.

Les différentes voies d'entrée des formations de l'ENSI et les critères de sélection des étudiants devront en tout état de cause être clarifiés pour une meilleure information des étudiants.

4. TOGO : ANALYSE SWOT ET RECOMMANDATIONS

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • La collaboration étroite entre ENSI et CIC est à souligner • Le département de mathématiques de l'UL est prêt à s'impliquer • Le président UL témoigne d'un réel soutien à la création de nouvelles filières porteuses • Un Centre d'excellence ENSI- CERME (financement banque mondiale) va démarrer prochainement. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'UL connaît actuellement de sérieux problèmes de locaux
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Il n'y a actuellement pas de formation en mathématiques appliquées sur le territoire togolais • Il existe une réelle opportunité de concevoir simultanément le diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées et le master (recherche) en mathématiques appliquées • Les besoins sont réels (big data, logistique, finances, problèmes environnementaux, télécoms...) • Un maillage fibre optique dans tout Lomé, avec lien vers les grandes villes facilite les collaborations en réseau et éventuellement les cours en ligne • Une collaboration Togo - Sénégal en matière d'ingénierie en mathématiques appliquées est facilitée (via ASICIAO) • Le CERME permettra des collaborations avec centre d'excellence de Cotonou (CEA-SMIA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Image à créer auprès des employeurs

RECOMMANDATIONS

En lien avec l'analyse précédente, nous soulignons un certain nombre d'enjeux, traduits en recommandations :

1. Une formation d'Ingénieur en mathématiques appliquées doit donc insister sur la composante ingénieur de la formation :
 - a. Un solide socle technologique de base
 - b. Une base large multidisciplinaire en math appli (EDP, EDO, graphes, IA, statistiques, analyse numérique, optimisation, automatique...) et des options de spécialisation pour suivre.
 - c. Des soft skills (travail en équipe, leadership, communication)
 - d. Une composante gestion, entrepreneuriat et SHS
 - e. Des liens entre la formation et le monde de l'entreprise (stages, projets industriels, vacataires de l'entreprise...)

2. Il faut dès à présent prévoir les actions nécessaires pour rendre cette formation visible.
3. La problématique de l'insuffisance des locaux doit être traitée de manière urgente.

5. VISIBILITE DE LA FORMATION D'INGENIEUR EN MATHEMATIQUES APPLIQUEES

Les constats précédents insistent notamment sur l'importance de créer une image spécifique de la formation d'ingénieur en mathématiques appliquées, tant à destination des employeurs potentiels que des futurs étudiants.

Profitant d'un stage d'immersion réalisé en octobre à l'EPL (UCLouvain), Evrad Ngom et Tchamye Borozé ont rédigé une note et un prospectus de présentation d'une telle formation, avec l'appui de Joëlle Thollot (INPG) et Vincent Wertz (EPL). Ces deux documents figurent en annexe. Contentons-nous de rappeler ici les objectifs d'une telle formation, tels que repris dans ces deux documents :

A l'issue de sa formation, l'ingénieur en mathématiques appliquées sera capable :

- De comprendre les problématiques métier et les traduire de manière analytique sous forme de modèle mathématique à des fins de prédiction, de régulation ou d'optimisation ;
- D'étudier des algorithmes mathématiques existants et de les modifier pour répondre à de nouvelles exigences ;
- De concevoir et de développer de nouveaux algorithmes ;
- De concevoir des applications/logicielle adapté(e)s;
- De valider ces applications de manière efficace et robuste ;
- D'assurer la maintenance évolutive et corrective des applications ;
- De participer à l'analyse descriptive et l'analyse prédictive de données

6. CONCLUSIONS

L'analyse présentée ci-dessus montre de manière assez claire, en particulier pour le Sénégal, que la création d'un diplôme d'ingénieur en mathématiques appliquées n'est envisageable que si cette formation s'appuie sur un socle « ingénieur » solide. Elle devrait donc partager un certain nombre d'enseignements avec les autres disciplines d'ingénieur organisées au sein de l'école concernée par la formation. En outre, afin de garantir une base multidisciplinaire large en mathématiques appliquées, il est souhaitable que les différents partenaires du projet ASICIAO collaborent et échangent des unités d'enseignement. A ces conditions, nous ne doutons pas de l'attractivité potentielle d'une telle formation.

FORMATION D'INGENIEUR EN MATHEMATIQUES APPLIQUEES (SENEGAL – TOGO)

POURQUOI ?

Le travail dans les entreprises suit des procédures bien établies, et même les pratiques les plus intuitives peuvent être structurées jusqu'à un certain niveau. L'ingénierie en mathématiques appliquées consiste d'abord, à modéliser ces procédés et/ou les phénomènes physiques des opérations unitaires. Ensuite, à partir des modèles validés obtenus, elle optimise les pratiques pour avoir les meilleures solutions, ou des solutions respectant au mieux les contraintes et maximisant les objectifs.

En guise d'exemple, dans les secteurs des télécommunications, des banques-assurances, des transports et logistique, de l'environnement, et de l'énergie, il y a une production immense de données. Le traitement de ces données permet d'améliorer les pratiques, de réduire les pertes, d'augmenter les profits et prévoir des scénarii du futur, etc. En outre, les données brutes traitées donneront de la valeur ajoutée et les résultats pourront servir à d'autres domaines de l'économie pour des applications multiples et variées (développement de l'économie de données au travers d'accords et de partenariats). Même dans les domaines qui n'ont pas encore de données faute de mesures, des outils existent pour construire des modèles, pour mieux atteindre ses objectifs.

En résumé, l'ingénierie en mathématiques appliquées facilite la création de valeur dans tous les secteurs de l'activité économique et peut générer des revenus même à l'exportation en développant des solutions pour les entreprises étrangères tout en étant en Afrique.

QU'EST-CE QU'UNE FORMATION D'INGENIEUR EN MATHEMATIQUES APPLIQUEES

Les formations en mathématiques appliquées existent mais sont peu développées. La modélisation mathématique, permet de ramener un problème donné (d'ordre physique, économique, environnemental, etc.), à la résolution d'un problème mathématique. L'approche modélisation prend en compte les étapes suivantes : l'observation, la construction d'hypothèses sur les faits observés, ensuite vient la transcription des hypothèses en modèles mathématiques, puis la résolution du modèle et enfin -très important- la comparaison des solutions aux faits observés.

Au-delà de l'aspect mathématiques appliquées, il s'agit d'une formation d'ingénieur et donc dotée d'une base technique suffisamment large, avec un focus sur la capacité de développer et de mettre en œuvre les outils mathématiques et informatiques appropriés pour apporter des solutions à des problèmes techniques, environnementaux, économiques, etc.

La formation confère donc un solide socle technologique, un renforcement multidisciplinaire en mathématiques appliquées et en informatique, des compétences transversales (travail en équipe, leadership, communication), une composante gestion, entrepreneuriat et science humaine et sociale avec des liens entre la formation et le monde de l'entreprise (stages, projets industriels, vacataires de l'entreprise...).

Cette formation prépare l'ingénieur à être prompt à intégrer divers secteurs du monde industriel ou organisationnel tels que : la santé, la biologie, l'industrie, l'assurance, l'environnement, l'économie, la finance, le transport-logistique, l'hydrologie, la cybersécurité, l'énergie, etc.

QUELLE EST LE CONTENU ?

L'élève ingénieur dans son cursus de formation suivra :

I. **Un tronc commun** avec des cours de :

→ **mathématiques** appliquées (analyse et algèbre, analyse numérique (EDP, EDO), modélisation, probabilité, statistique, analyse de données, optimisation, cryptographie, identification de paramètres, traitement du signal et des images, etc.) ;

→ **informatiques** (méthodes de conception, programmation objet, système d'information, bases de données.) ;

→ **sciences de l'ingénieur** dans les domaines : civil, industriel, mécanique, électrique, agro-alimentaire, énergies renouvelables (mécatronique, énergétique, automatique, électronique, etc.) ;

→ **compétences transversales** (anglais, français, communication, droit, sociologie, sport, entrepreneuriat, montage et gestion de projets, histoire générale de l'Afrique, etc.).

II. **Une spécialisation** dans les domaines tels que : la finance, le transport, logistique, l'environnement, la fiabilité mécanique, le développement logiciel, le calcul scientifique avancé, la Recherche & Développement en santé, en biologie, en géologie minière, en intelligence artificielle, en traitement d'images, en science des données (big data), en cybersécurité, etc.

QUELLES COMPETENCES ?

A l'issue de sa formation, l'ingénieur sera capable :

- de comprendre les problématiques métier et les traduire de manière analytique sous forme de modèle mathématique à des fins de prédiction, de régulation ou d'optimisation ;
- d'étudier des algorithmes mathématiques existants et de les modifier pour répondre à de nouvelles exigences ;
- de concevoir et de développer de nouveaux algorithmes ;
- de concevoir des applications/logicielle adapté(e)s;
- de valider ces applications de manière efficace et robuste ;
- d'assurer la maintenance évolutive et corrective des applications ;
- de participer à l'analyse descriptive et l'analyse prédictive de données

QUEL DIPLÔME ?

Le diplôme délivré par la formation est celui d'Ingénieur en Mathématiques appliquées avec différentes spécialisations.

