

LE PROGRAMME DE RECHERCHE

**Algebra, Geometry and Number Theory (AGENT)**

EN AFRIQUE CENTRALE

2020-2023

---

FACULTÉ DES SCIENCES DE FRANCEVILLE

ECOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LIBREVILLE

---

**Comité de pilotage**

- Coordinateur scientifique et administratif  
CHRISTIAN MAIRE  
Université de Franche-Comté, Besançon, France.
- Coordinateur scientifique adjoint  
TONY EZOME  
Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville,  
Gabon.
- Coordinateur administratif adjoint  
OBAME NGUEMA MAURICE SAINT-CLAIR  
Ecole Normale Supérieure de Libreville, Gabon.



Le programme de recherche

ALGEBRA, GEOMETRY AND NUMBER THEORY (AGENT)

visé à promouvoir en Afrique centrale une recherche tournée vers la jeunesse dans les thématiques suivantes : Algèbre, Géométrie, Théorie des Nombres et Applications (cryptographie, codes correcteurs d'erreurs, etc.).

Avec deux sessions annuelles centrées sur des Ecoles de Recherche, le projet renforcera une culture en arithmétique auprès des étudiants du Gabon mais aussi du Cameroun, du Congo et du Burkina Faso.

Chaque année universitaire, le programme concernera environ trente étudiants. Dans un premier temps, les collègues des universités partenaires procéderont en début d'année à une sélection d'étudiants en master qui souhaitent s'inscrire dans le projet, pour un total d'environ quinze étudiants. Cette première liste sera complétée un peu plus tard par une seconde liste d'étudiants en doctorat, retenus après un appel à candidatures.

La première session se déroulera sur trois semaines entre février et mars à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de Libreville et s'adressera aux étudiants de master. La seconde session en direction des doctorants sera centrée sur une *Ecole Jeunes Chercheurs en Géométrie et Théorie des Nombres* et programmée sur deux semaines courant septembre. Les meilleurs étudiants de la première session qui auront acquis les bases pour commencer une thèse, pourront éventuellement participer à la session de septembre.

Ce programme, articulé autour de ses Ecoles de Recherche, mettra en place une atmosphère stimulante en mathématiques, en impliquant activement de jeunes mathématiciens africains, le tout sur des questions brûlantes en arithmétique et géométrie. Le projet cherchera également à développer une ambiance propice à l'épanouissement des étudiants, à l'éclosion de jeunes talents, mais aussi à la féminisation de la discipline.

Le projet se donne ainsi comme objectif de compléter les connaissances des étudiants concernés pour les amener à un très haut niveau mathématique. Ceci leur permettra d'échanger en toute aisance sur des questions d'actualité en arithmétique, en géométrie, ainsi que sur les applications qui en découlent (théorie de l'information). Ils auront donc des outils pour comprendre l'importance et le rôle des mathématiques notamment dans le contexte local ; ils pourront également oeuvrer avec recul à la popularisation des mathématiques.

Les retombées visées par le projet sont multiples : support à la mise en place d'un master régional partiellement mutualisé, interaction avec le milieu socio-économique de la région, formation des formateurs, intégration et visibilité de la recherche en Afrique centrale dans un contexte international (à travers des échanges sud-sud et nord-sud), émulation mathématique autour de la jeunesse, etc.

C'est un ambitieux programme qui s'inscrit dans la durée. Ce document dresse le plan d'un premier volet pour les quatre années à venir. A l'issue de cette première phase, un bilan sera établi, ce qui permettra de planifier la suite de façon constructive toujours en adéquation avec l'environnement scientifique et économique.

## 1. Le contexte

**Scientifique.** — La Théorie des Nombres est un domaine de recherche en mathématiques qui a une très longue histoire (depuis au moins Euclide et Diophante). Cet axe scientifique s'est enrichi au cours des siècles pour être actuellement au confluent de différentes branches des mathématiques (algèbre, géométrie, topologie, analyse, théorie des groupes, algorithmique, etc.), avec de quotidiennes applications (cryptographie, théorie de l'information, etc.). C'est une fascinante discipline, active et en constante évolution, marquée par les travaux des tous meilleurs mathématiciens (Grothendieck, Serre, Wiles, etc.), le tout dans un contexte international à forte émulation.

*Un peu d'histoire.* — L'intérêt pour les équations diophantiennes, *i.e.* la résolution des équations où les inconnues sont des entiers naturels, remonte au moins au temps de la Grèce antique. Originellement, de nombreuses équations étaient reliées à des questions naturelles. Par exemple, l'égalité  $3^2 + 4^2 = 5^2$  permet de construire très facilement un angle droit. On dit alors que le triplet (3, 4, 5) est une solution de l'équation diophantienne (1) :  $X^2 + Y^2 = Z^2$ . De plus, comme l'anneau des entiers de Gauss  $\mathbb{Z}[i]$  est principal, les solutions de l'équation (1) peuvent être paramétrisées. Ainsi, cet élémentaire exemple illustre les différentes faces de la théorie : prouver l'existence (ou non) de solutions en enrichissant le contexte mathématique ; si oui, les trouver toutes. Sans oublier l'aspect applicatif des théorèmes démontrés.

La Théorie des Nombres et la Géométrie Arithmétique sont des domaines des mathématiques qui résultent de l'évolution de l'étude des "équations diophantiennes élémentaires" au cours des siècles. Depuis la fin du 18ème siècle, qui est en un certain sens le début de la théorie des nombres moderne, la discipline s'est enrichie avec le développement de nombreuses et différentes techniques pour arriver en un domaine aux compétences larges : analyse complexe, réelle et  $p$ -adique, géométrie, topologie, transcendance, etc. Sans oublier les aspects effectifs et algorithmiques ! Depuis plus de deux siècles la recherche en théorie des nombres a été influencée par de très grands mathématiciens, la liste est longue (Gauss, Euler, Galois, Fermat, Cauchy, Riemann, Minkowski, etc.) ; la seconde moitié du 20ème siècle a été marquée par le projet français *Bourbaki* et le centre de mathématiques IHES de Bures-sur-Yvette, avec la naissance de la géométrie arithmétique sous les idées et l'énergie de Grothendieck. Ajoutons pour terminer que la discipline a vu consacrer une longue liste de médailles Fields : Serre, Roth, Baker, Grothendieck, Bombieri, Deligne, Faltings, Drinfeld, Laforge, Tao, Ngo, Barghava, et tout dernièrement Venkatesh et Scholze.

*L'ouverture vers la théorie de l'information et l'informatique.* — De nos jours le développement des mathématiques se fait simultanément au niveau de la recherche fondamentale, mais aussi à travers les applications. Avec l'informatisation de la société, le développement de l'Internet et l'expansion des logiciels informatiques pour les ordinateurs et les mobiles, nous avons aujourd'hui des applications très concrètes de la géométrie algébrique et de la théorie des nombres. En effet, le monde actuel est très fortement lié aux technologies numériques où une grande partie des données sensibles est stockée ou transmise sous forme électronique, tout ceci à travers l'utilisation de canaux non sécurisés (tels que l'internet) ce qui impose donc une protection. C'est donc un enjeu sociétal majeur que d'oeuvrer à la protection de certaines données comme : les images et vidéo concernant la vie privée ; les transactions financières en ligne ; la protection des activités de recherche et développement des entreprises, des laboratoires ;

les données classées secret défense, etc. Il convient ici de préciser que ces dernières années le paiement, le retrait et l'envoi d'argent par le téléphone mobile est devenu incontournable en Afrique. Cette innovation a été un soulagement pour les populations ; plusieurs enquêtes réalisées en 2014 ont montré que moins de 30 % de la population africaine a accès aux services bancaires traditionnels.

Pour la transmission ou du stockage de l'information, deux grands types de protection se distinguent : la protection contre les altérations dues à des problèmes physiques (typiquement une perturbation par un bruit gaussien), et la protection contre des ennemis malicieux. La *théorie des codes correcteurs d'erreurs* et la *cryptologie* sont les deux branches de la théorie de l'information associées à ces problématiques.

Avec le système de chiffrement RSA et les codes correcteurs d'erreurs, la théorie des nombres s'est retrouvée au milieu des années 70 comme une discipline centrale en théorie de l'information, notamment pour construire des cryptosystèmes sécurisés et des codes efficaces. Ainsi donc l'enseignement et la recherche en algèbre, géométrie, théorie des nombres (ce que l'on peut appeler communément arithmétique) est devenu clef dans la formation des étudiants intéressés par la théorie de l'information.

Enfin, ajoutons que les années 90 ont vu également le développement de logiciels de calcul formel en arithmétique, dont certains sont libres et gratuits, et une partie de la recherche passe par de profonds calculs et simulations. Cet axe de recherche demande aux chercheurs des compétences en informatique très pointues notamment pour aider les programmeurs dans la conception/amélioration de ces logiciels.

### **Régional.** —

*Les événements dans un récent passé.* — La recherche en arithmétique en Afrique centrale est en état embryonnaire, mais la volonté et le potentiel humain sont bien là. Depuis le mois de mars 2015, l'Université des Sciences et Techniques de Masuku Franceville (USTM) et l'Ecole Normale Supérieure de Libreville ont hébergé quatre rencontres mathématiques internationales sur des sujets liés à l'arithmétique (*i.e.* algèbre, géométrie, théorie des nombres, etc.) auxquelles ont participé Tony Ezome (USTM), Obame Nguema Maurice (ENS Libreville), Philibert Nang (ENS Libreville), Guy Martial Nkiet (USTM), Emmanuel Fouotsa (Université de Bamenda au Cameroun), Regis Fréguin Babindamana (Université Marien Ngouabi au Congo Brazzaville) et, Jean-Marc Couveignes (Université de Bordeaux) et Christian Maire (Université de Franche-Comté) en tant que spécialistes. Ces rencontres réunissaient principalement des étudiants du Cameroun, du Congo Brazzaville et du Gabon.

Ces manifestations ont été soutenues par PREMA et le CIMPA (voir §7).

A l'issue des "Journées Algébriques du Gabon", qui se sont tenues du 18 au 22 février 2019, un bilan scientifique des différentes écoles a été dressé. Il est alors apparu naturellement l'idée de créer le programme de recherche AGeNT.

*Pays et institutions impliqués.* — Pour commencer nous nous concentrons sur le Cameroun, le Congo Brazzaville et le Gabon. Les étudiants concernés par ce projet sont principalement issus de :

- les Universités de Yaoundé 1, de Maroua, de Ngaoundere, de Dshang et de Bamenda pour le Cameroun,

- l'Université Marien Ngouabi au Congo Brazzaville,
- de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku à Franceville, de l'École Normale Supérieure de Libreville, et de l'École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique (ENSET) pour le Gabon.

Dans un premier temps, nous retenons comme centres les sites suivants :

- un site principal au Département de Mathématiques et Informatique de l'école Normale Supérieure de Libreville au Gabon ;
- deux sites secondaires : le Département de Mathématiques de l'Université de Yaoundé 1 au Cameroun, et le Département de Mathématiques de l'Université Marien Ngouabi au Congo Brazzaville.

La retenue de ces sites est importante, notamment pour les moyens souhaités (voir §6).

## 2. Les Ecoles de Recherche

### Pour les étudiants en master. —

En début de chaque année académique, en concertation avec des collègues en poste au Gabon, au Cameroun et au Congo Brazzaville, il est prévu une sélection des meilleurs étudiants qui souhaitent s'inscrire dans ce programme. Pour un total d'environ quinze étudiants.

- A l'automne, chaque étudiant sélectionné se verra remettre un sujet de niveau master, sujet dont l'objectif est d'approfondir les acquis en algèbre, analyse, etc. L'étudiant aura alors trois à quatre mois pour travailler sur le sujet retenu. Il lui sera demandé de rédiger un petit document de quelques pages afin de s'assurer qu'un réel travail a été mené. Il sera encadré par les collègues impliqués des universités concernées.
- En février/mars, il est prévu un rassemblement sur trois semaines des étudiants retenus. Ce rassemblement aura lieu à l'ENS de Libreville, c'est le premier point central du programme. Il pourra prendre la forme suivante.
  - La rencontre commencera par les présentations des mémoires réalisés par les étudiants.
  - Dans les premiers jours du rassemblement, des binômes seront formés. Chaque binôme se verra attribuer une question de recherche d'actualité sur laquelle les étudiants travailleront tout le long du rassemblement.
  - S'en suivront ensuite, durant une semaine, une série de cours fondamentaux niveau master, en arithmétique et géométrie.
  - La seconde semaine sera dédiée à des cours intensifs de niveau recherche.
  - En parallèle les étudiants devront travailler les cours mais aussi la question de recherche donnée au début du rassemblement.
  - Les derniers jours seront dédiés à la présentation par chaque binôme de leurs travaux, et aux discussions.
- Au cours du printemps, les meilleurs étudiants, notamment ceux qui souhaitent continuer en thèse, pourront être amenés à effectuer un séjour à l'étranger. Par exemple pour suivre une conférence, typiquement l'atelier PARI/GP (<https://pari.math.u-bordeaux.fr/>) et le mini-symposia organisés chaque année à Rome par la *Roman Number Theory Association* (voir §7), ou pour échanger avec des chercheurs confirmés.

## Pour les étudiants en thèse. —

Pour les doctorants nous prévoyons une *Ecole Jeunes Chercheurs en Géométrie et Théorie des nombres* (au sens large).

- Au cours du printemps, chaque étudiant sélectionné se verra remettre un thème (en adéquation avec son sujet de thèse) dont l'objectif est de renforcer et diversifier les compétences en arithmétique et géométrie. L'étudiant aura alors trois à quatre mois pour travailler sur le thème retenu. Il lui sera demandé de rédiger un rapport afin de s'assurer qu'un réel travail a été mené.
- En septembre, il est prévu un rassemblement sur deux semaines des étudiants concernés. Ce rassemblement aura lieu à l'ENS de Libreville : c'est le second point central du programme. Il pourra se dérouler comme suit :
  - Deux chercheurs de renommée internationale développeront chacun un thème de leur choix avec des séances d'exercices gérées par des chercheurs locaux sous la supervision des responsables des cours.
  - Il sera exigé à chaque doctorant de présenter le bilan du travail réalisé sur le sujet de recherche qui lui a été attribué.
  - Les étudiants en fin de doctorat seront invités à exposer leurs travaux en cours.

**Les intervenants.** — Les Ecoles seront encadrées par les responsables du projet avec la grande volonté de donner la responsabilité des cours à des collègues de renommée internationale et travaillant dans des domaines actifs en arithmétique (au sens large). Les qualités scientifiques, pédagogiques et la notoriété mathématique de tous les intervenants seront des éléments essentiels dans leur sélection.

**L'aspect mathématique.** — Le programme se donne comme objectif d'introduire les étudiants concernés aux techniques modernes en géométrie arithmétique, avec une ouverture vers les aspects explicites, algorithmiques et les applications. Typiquement, les cours de recherche pourront s'ouvrir vers

- la géométrie des courbes elliptiques et des variétés abéliennes ;
- les représentations galoisiennes ;
- les méthodes  $p$ -adiques ;
- les questions de comptage d'objets en arithmétique ;
- la théorie analytique des nombres, etc.

Une attention toute particulière sera donnée au système de calcul formel en arithmétique PARI/GP.

La seconde partie mathématique du projet est dédiée aux applications :

- cryptographie et,
- théorie des codes.

### 3. La solution pour un master régional partiellement mutualisé

Le programme proposé pour la session de février-mars qui rassemblera les étudiants de master, répond à une demande réelle des départements de mathématiques des universités de la sous-région : il s'agit de l'ouverture d'une option "Algebra, Geometry, Number Theory and Applications (AGeNTA)".

Les masters de mathématiques des universités impliquées ont déjà la formation de base nécessaire, il s'agit maintenant de la compléter avec une session mutualisée à l'ENS de Libreville pendant un mois pour le module AGeNTA.

Les étudiants seront inscrits dans leurs universités respectives, où là ils suivront les cours de façon classique. À partir de leurs résultats aux différentes évaluations, les collègues des universités partenaires nous enverront les listes des étudiants retenus pour cette unité mutualisée.

Avec le pôle PREMA (<https://www.prema-a.org/>, voir aussi §5 et §7), ce modèle a déjà fait ses preuves en Afrique centrale, passons en revue quelques réussites :

– Emmanuel Fouotsa, aujourd'hui Professeur à l'Université de Bamenda au Cameroun et responsable de la composante PREMA/Cameroun, a effectué sa thèse sous la direction de Sylvain Duquesne Professeur à Rennes I (en co-encadrement), après que Sylvain Duquesne ait fait une mission d'enseignement pour un cours de master sur les courbes elliptiques et leurs applications en cryptographie à l'Université de Yaoundé 1.

– Fort de ce succès, le chef du Département de mathématiques de l'Université de Yaoundé 1 a invité plusieurs fois Sylvain Duquesne et Tony Ezome pour des missions similaires. Cela a donné lieu à quatre autres soutenances de thèse dont celle de Aminatou Pecha aujourd'hui en poste à l'Université de Maroua au Cameroun et responsable de la section Femmes et Maths de PREMA. Aminatou Pecha est aussi présidente de l'Association des Femmes Mathématiciennes au Cameroun.

– PREMA a renouvelé l'expérience avec d'autres pays d'Afrique subsaharienne. Ainsi Tony Ezome a effectué des missions d'enseignement pour des masters à Brazzaville au Congo, à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso au Burkina Faso, à M'bour et Ziguinchor au Sénégal. Les résultats sont plutôt satisfaisants : une thèse en cours à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (soutenance prévue en décembre 2019), un mémoire de master en cours à Ziguinchor (soutenance prévue en février 2020), un mémoire de master en cours à Brazzaville (soutenance prévue en novembre 2019) et un mémoire de master en cours à Bobo-Dioulasso Burkina Faso (soutenance prévue en juin 2020).

Pour tous ces échanges, les correspondants sont les suivants

- pour le Cameroun : Dr Emmanuel Foutsas et Dr Aminatou Pecha,
- pour le Congo Brazzaville : Professeur Basile Guy Richard Bossoto, Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Marien Ngouabi,
- pour le Burkina Faso : Professeure Marie Françoise Ouedraogo, Présidente de l'Association des Mathématiciennes Africaines, et Professeur Idrissa Kabore de l'Université Nazi Boni de Bobo-Dioulasso et Directeur Général de la Recherche et de l'Innovation du Burkina Faso.

Le constat et la conclusion sont les suivants : puisque le même cours a pu être dispensé dans différents pays, rassemblons tous les étudiants au même endroit !

Avec les Ecoles de recherche proposées, nous optimiserons et pérenniserez ce modèle de formation. Cela améliorera également la situation des doctorants souvent en co-encadrement qui se retrouvent parfois isolés (scientifiquement) dans leurs universités d'origine.

Les chefs des établissements et doyens concernés ont pris connaissance de ce projet de master régional partiellement mutualisé, leurs retours et validation sont attendus.

#### 4. Enjeux sociétaux et retombées

C'est un point essentiel du projet : convaincre l'ensemble des potentiels partenaires de l'importance du développement d'une recherche ambitieuse au service de la collectivité, le tout dans un contexte international. Nous voyons au moins quatre axes à fort potentiel :

- *L'accompagnement des entreprises locales.* Il est observé qu'une formation approfondie en mathématique permet une employabilité élevée dans des domaines variées. L'Afrique voit se créer de nouveaux marchés (notamment avec le développement du paiement de factures via le mobile, etc.) et ce projet enrichira l'offre de formation des universités partenaires, en adéquation avec le monde socio-économique de la région. Avec une formation de haut-niveau, les étudiants participeront encore plus au développement de leur pays.
- *La formation des formateurs et des enseignants du secondaire.* Ce projet vise donc à contribuer au développement d'une formation de haut-niveau en mathématique avec pour au moins deux conséquences pour la formation :
  - o les meilleurs étudiants pourront envisager une carrière académique sur place et participer activement au développement des universités concernées ; ils renforceront les équipes pédagogiques des départements de mathématiques et informatique des universités partenaires ;
  - o pour les étudiants qui se tourneront vers l'enseignement, la garantie d'avoir une bonne vision de ce qu'est la recherche actuelle en mathématique. Ce point est très important car on sait que les enseignements du secondaire sont les éléments essentiels du système éducatif.
- *Une recherche développée sur place.* L'un des objectifs est aussi d'aider à l'élargissement et au développement de la recherche dans les régions concernées. Pour que cette recherche soit d'actualité, il est nécessaire de confronter celle-ci au contexte international : toute recherche ambitieuse doit se faire au sein même de la communauté d'appartenance. Cette exigence est nécessaire pour bien comprendre les enjeux, les dernières innovations, les règles éthiques, etc. Les retombées attendues de ce projet sont donc aussi les confrontations d'idées à travers les collaborations scientifiques (sud-sud et nord-sud) ; cela pourra passer par exemple dans un premier temps par des co-encadrements de masters et de thèses.
- *La place des femmes.* Depuis quelques années la communauté mathématique internationale se mobilise pour que les femmes aient toute leur place au sein de celle-ci. C'est un travail de longue haleine qui nécessite beaucoup d'énergie et d'initiatives. Le programme présenté réservera une attention toute particulière aux jeunes étudiantes qui prendront part au projet : elles seront un modèle pour

les jeunes générations africaines souhaitant se diriger vers les mathématiques, et plus généralement vers les sciences.

La liste précédente n'est certainement pas exhaustive, nous pensons par exemple à la question de la popularisation des mathématiques, etc.

## 5. Le pilotage

### **Les responsables du projet.** —

TONY EZOME a été formé à l'Université des Sciences et Techniques de Masuku à Franceville au Gabon. Après l'obtention de sa maîtrise de mathématiques, il a été encouragé par Guy Martiel Nkiet et Philibert Nang à poursuivre un troisième cycle en France. En mai 2010 il a soutenu sa thèse de doctorat sous la direction de Jean-Marc Couveignes à Toulouse II, en arithmétique et cryptographie. Après avoir obtenu un poste d'enseignant-chercheur à l'USTM à Franceville, il a mis en place le *Pole of Research in Mathematics and Applications in Africa (PREMA)* financé par la *Simons Foundation* aux USA (voir §7).

CHRISTIAN MAIRE a obtenu sa thèse en théorie des nombres en 1995 à Besançon, puis son Habilitation à Diriger des Recherches en 2001 à Bordeaux. Après avoir été Maître de conférences à Bordeaux, puis Professeur à Toulouse, il est revenu à Besançon en 2007. Il a encadré sept thèses et a écrit une quarantaine d'articles de recherches.

OBAME NGUEMA MAURICE SAINT-CLAIR a obtenu sa thèse en analyse et Physique mathématiques à Dijon sous la direction de Rémi Léandre et Giuseppe Dito en 2012. Depuis la rentrée universitaire 2012/2013, il est enseignant-chercheur à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de Libreville au Gabon.

**Le Comité Scientifique.** — Le programme se dote d'un Comité Scientifique (CS) composé de mathématiciens expérimentés de tout premier plan. Le CS est là pour garantir la qualité et la pertinence des cours et des intervenants, mais aussi pour peser sur la direction du projet. Le CS est composé de :

- Jean-Marc Couveignes, Professeur, Université de Bordeaux, France.
- Farshid Hajir, Professeur, Université du Massachusetts, Amherst, USA.
- Ariane Mézard, Professeure, Sorbonne Université, Paris, France.
- Philibert Nang, Professeur, Ecole Normale Supérieure de Libreville, Gabon.
- Anne Quéguiner, Maître de Conférences et Habilitée à Diriger des Recherches, Université Paris XIII, France.
- Fernando Villegas, Professeur, International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italie.
- Michel Waldschmidt, Professeur émérite, Sorbonne Université, Paris, France.

**Les chercheurs africains impliqués.** — Le programme repose sur des chercheurs en poste au Cameroun, au Congo et au Gabon. Les collègues suivants ont donné leur accord de principe.

- Dr Emmanuel Fouotsa, Université de Bamenda au Cameroun,
- Dr Aminatou Pecha, Université de Maroua au Cameroun,
- Dr Bertrand Nguefack, Université de Yaoundé 1 au Cameroun,
- Pr Basile Guy Richard Bossoto, Université Marien Ngouabi au Congo Brazzaville,
- Dr Régis Freguin Babindamana, Université Marien Ngouabi au Congo Brazzaville,
- Dr André-Eudes Mabiliaebama Bouesso, Université Marien Ngouabi au Congo,
- Dr Deva Michelle Bouabote Ntoumba, Université Marien Ngouabi au Congo,
- Pr Marie Françoise Ouedraogo, Université de Ouagadougou 1 au Burkina Faso,
- Pr Idrissa Kabore, Université Nazi Boni de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso,
- Dr Marthe Betoue Etoughe, Ecole Normale Supérieure de Libreville au Gabon,
- Dr Pambo Bello Kowir, Ecole Normale Supérieure de Libreville au Gabon,
- Pr Guy Martial Nkiet, Université des Sciences et Techniques de Masuku à Franceville au Gabon.

## 6. Les besoins

Nous avons retenu les besoins suivants pour cette première étape du projet qui constitue la phase d'initiation.

- *En matériel*

- Avec ce projet, nous souhaitons mettre en place dans chacune des universités concernées un *Coin Bibliothèque* (achats de quelques ouvrages scientifiques de base) et d'une *Salle informatique* pour le nécessaire (achats de quelques ordinateurs et imprimantes). Cela permettra à chaque étudiant d'approfondir sereinement, dans son pays, les connaissances acquises pendant les Ecoles de Recherche.
- Pour le développement des *Coins Bibliothèques*, nous solliciterons les bibliothèques de certains centres de recherche en France par exemple. Très souvent ces centres acceptent les dons d'ouvrages, la question essentielle est alors l'acheminement des livres, à la charge des bénéficiaires. Il faut donc un soutien financier pour couvrir ces acheminements.
- L'achat de matériel pour améliorer les cours au quotidien : tableaux noirs à craie, tableaux blancs à feutre, bureaux, chaises de bureau, etc.

- *En missions*

- des allocations pour la logistique liée aux stages de master ;
- les billets d'avion, les nuits d'hôtel et la restauration lors des Ecoles de Recherche pour les étudiants, les enseignants-chercheurs africains et les intervenants ;

- des bourses aux meilleurs étudiants pour effectuer des séjours, de quelques jours à quelques semaines, à l'étranger (en Europe, en Amérique du Nord ou en Asie). Cela pourrait être à l'occasion de conférences prestigieuses, ou bien pour échanger ponctuellement avec un chercheur confirmé dans une université bien précise, ou bien pour travailler quelques temps dans des centres de recherche de très grande renommée.
- *Pour voir plus loin*
  - des bourses de thèse de doctorat.

## 7. Les soutiens

Implicitement, mais de façon essentielle, il est important de rappeler que ce programme repose tout d'abord sur les accords des institutions où sont en poste les organisateurs, mais aussi les institutions où sont programmées les événements :

- Ecole Normale Supérieure de Libreville,
- Faculté des Sciences de Masuku à Franceville,
- Université de Franche-Comté, Besançon.

Dans cette phase de lancement le support financier principal est le

*Pole of Research in Mathematics and Applications in Africa (PREMA)*  
<https://www.prema-a.org>

financé par la *Simons Foundation* aux USA <https://www.simonsfoundation.org/> et dirigé par Tony Ezome.

Afin de promouvoir au mieux nos activités, il est convenu que les organisateurs solliciteront les institutions internationales suivantes :

- CIMPA, <https://www.cimpa.info/>
- ICTP, <https://www.ictp.it/>
- IMU, <https://www.mathunion.org/>
- SARIMA, <https://sarima.edu-math.org/>

Les intervenants occidentaux seront invités à solliciter ponctuellement leurs institutions, leurs projets de recherche (ANR, ERC, etc.), etc.

Nous chercherons également à nous rapprocher de la *Roman Number Theory Association* (<http://www.rnta.eu/>) développée par des chercheurs en théorie des nombres à Rome et dont l'un des objectifs est la promotion des activités en théorie des nombres auprès des pays en développement.

Enfin, il sera également transmis à des compagnies et entreprises au Gabon pouvant être intéressées par celui-ci. Nous espérons des retours constructifs du monde socio-économique du Gabon.

## 8. La communication

Le programme de recherche AGeNT a sa page web sur le site de PREMA

<https://www.prema-a.org/>

Cette page sera régulièrement mise à jour. En particulier on y trouvera :

- les soutiens,
- les programmes des différentes écoles,
- les témoignages de certains étudiants et de leur parcours,
- toutes les actualités du programme.

AGeNT vise donc à promouvoir les recherches et formations développées au Gabon, Burkina Faso, Cameroun et Congo Brazzaville. Par conséquent, il sera envoyé aux différentes Ambassades de France, à l'Institut Français au Gabon et à l'UNESCO. Plus généralement, les organisateurs communiqueront sur AGeNT auprès de la communauté universitaire, du monde politique et du monde socio-économique du Gabon et de l'Afrique centrale.

---

*le 10 décembre 2019*

CHRISTIAN MAIRE, Institut FEMTO-ST - Université Bourgogne Franche-Comté - CNRS - 15B, avenue des Montboucons - 25000 Besançon - France

TONY EZOME, Université des Sciences et Techniques de Masuku - Franceville - Gabon

*E-mail* : [christian.maire@univ-fcomte.fr](mailto:christian.maire@univ-fcomte.fr), [latonyo2000@yahoo](mailto:latonyo2000@yahoo)