

Paul Famba Okenge

La Croissance digitale,
outil de développement pour l'Afrique



Afrique : berceau du numérique

Selon Ron EGLASH, mathématicien américain,

Les fractales africaines sont à l'origine de l'informatique :

« S'agissant de la prédiction bambara par le sable... il s'avère que c'est un générateur de nombres pseudo-aléatoires utilisant le chaos déterministe. Quand on a un symbole à quatre bits, on l'associe à un autre à côté : donc pair + impair donne impair, impair + pair donne impair, pair + pair donne pair et impair + impair donne pair. C'est l'addition modulo 2, comme le contrôle de bit de parité dans votre ordinateur. Ensuite on prend ce symbole et on le remet en jeu, c'est donc une diversité autogénératrice de symboles... »

Au XII^{ème} siècle, elle est introduite en Espagne. LEIBNIZ le mathématicien allemand en parle dans sa dissertation appelée : "De Combinatoria". Et il dit "au lieu d'utiliser une marque et deux marques,

utilisons plutôt un 1 et un 0, et nous pouvons compter par puissance de 2".... George BOOLE a pris le code binaire de LEIBNIZ et a créé l'algèbre booléen, et John von NEUMANN a pris l'algèbre booléen et a créé l'ordinateur numérique.

Et ainsi tous ces PDA et ordinateurs portables, chaque circuit électronique au monde, a ses racines en Afrique. Et je sais que Brian ENO dit qu'il n'y a pas assez d'Afrique dans les ordinateurs, moi je pense qu'il n'y a pas assez d'histoire de l'Afrique chez Brian ENO... »

L'informatique est le domaine d'activité scientifique, technique et industriel concernant le traitement automatique de l'information via l'exécution de programmes informatiques par des machines : des systèmes embarqués, des ordinateurs, des robots, des automates,

Le terme « informatique » résulte de la combinaison des trois premières syllabes du terme « information » et des deux dernières syllabes du terme « automatique » ; il désigne à l'origine l'ensemble des activités liées à la conception et à l'emploi des ordinateurs pour traiter des informations.

Internet est le réseau informatique mondial accessible au public. C'est un réseau de réseaux, sans centre névralgique, composé de millions de réseaux aussi bien publics que privés, universitaires, commerciaux et gouvernementaux, eux-mêmes regroupés, en 2014, en 47 000 réseaux autonomes.

L'information est transmise par Internet grâce à un ensemble standardisé de protocoles de transfert de données, qui permet l'élaboration d'applications et de services variés comme le courrier électronique, la messagerie instantanée, le pair-à-pair et le World Wide Web.

Internet ayant été popularisé par l'apparition du World Wide Web (WWW), les deux sont parfois confondus par le public non averti. Le World Wide Web n'est pourtant que l'une des applications d'Internet.

L'accès à Internet peut être obtenu grâce à un fournisseur d'accès à Internet via divers moyens de communication électronique : soit filaire (réseau téléphonique commuté (bas débit), ADSL, fibre optique jusqu'au domicile), soit sans fil (WiMAX, par satellite, 3G+). Un utilisateur d'Internet est désigné par le néologisme « internaute ».

Le terme d'origine américaine « Internet » est dérivé du concept d'*internetting* (en français : « interconnecter des réseaux »).

Nouvelles Technologies de l'information et de la communication

Les notions de **technologies de l'information et de la communication** (TIC) et de **nouvelles technologies de l'information et de la communication** (NTIC) (en anglais, *Information and*

communication technologies, ICT ou Télématique en français) regroupent les techniques principalement de l'informatique, de l'audiovisuel, des multimédias, d'Internet et des télécommunications qui permettent aux utilisateurs de communiquer, d'accéder aux sources d'information, de stocker, de manipuler, de produire et de transmettre l'information sous toutes les formes : texte, document, musique, son, image, vidéo, et interface graphique interactive (IHM).

En ce qui concerne les NTIC, le terme tend à qualifier plus particulièrement les problématiques résultant de l'intégration de ces technologies au sein des systèmes institutionnels, recouvrant notamment les produits, les pratiques et les procédés potentiellement générés par cette intégration.

Fractales urbaines africaines

Le mot “fractale” vient du latin “fractus” qui signifie “brisé”. En effet, une fractale est un objet géométrique « infiniment morcelé » dont des détails sont observables à une échelle arbitrairement choisie.

En zoomant sur une partie de la figure, on peut retrouver toute la figure, on dit qu'elle est auto similaire.

Même si un certain nombre de choses était déjà connu, on attribue la découverte des fractales à un polytechnicien français, Benoît Mandelbrot (1924 ; 2010).

Ses premières recherches datent de 1964 où il emploie le terme de self-similar lors d'une étude

réalisée chez IBM. Mais c'est en 1975 qu'il expose ses travaux et donne le nom de "fractale" dans son ouvrage « Les objets fractals »

L'urbanisme et l'architecture de certains villages africains sont fondés sur les mathématiques des fractales.

Ron Eglash

On ne compte plus les formes qu'explique la géométrie fractale, ces courbes invariantes quelle que soit l'échelle d'observation : un détail agrandit est identique à l'ensemble dont il est issu. La forme des nuages ou des fluctuations boursières sont aujourd'hui résolues grâce à cet outil mathématique. Nous pouvons également explorer l'urbanisme et l'architecture africains de la même façon.

Le village de Logone-Birni, au Cameroun, a été construit par les Kotoko, un peuple qui vit de part et d'autre du fleuve Niger, à partir d'un motif de base rectangulaire que l'on retrouve aussi en tant que symbole royal dans l'emblème. On peut expliquer l'organisation du palais royal par un motif fractal construit par la répétition d'une opération géométrique élémentaire : sur une fraction des côtés d'un rectangle initial, on construit un rectangle aux proportions identiques. Puis, à nouveau sur les quatre rectangles, 16 rectangles sont formés. Le résultat est une « grille », composée des côtés de 20 rectangles, sur laquelle on peut superposer le plan du palais royal.

De l'entrée du palais à la chambre du trône, un visiteur parcourt une spirale rectangulaire, nommée *Chemin de lumière*, dont les côtés diminuent régulièrement après chaque angle. À mesure de sa progression (à chaque changement d'échelle), le visiteur adopte un langage plus poli et plus respectueux. Parvenu dans la chambre du trône, il n'a plus ses chaussures et son langage est particulièrement précis et codifié.

On retrouve également une forme fractale dans la structure des villages chez les Batetela, les Bakusu en RD Congo et les Ba-ila en Zambie. Le motif initial est ici une courbe circulaire non fermée où est inscrit un segment rectiligne.

Jacques Attali : « les Africains ont inventé l'ordinateur numérique bien avant qu'on le découvre »

– Ardisson : Il y a de nombreuses allusions dans votre livre aux travaux de Mandelbrot sur les fractales.

– Jacques Attali : Les fractales, c'est, par exemple, une feuille de fougère ou un flocon de neige. Les fractales, c'est aussi une façon de prévoir l'avenir dans les civilisations anciennes africaines, en Afrique, et que les formes des villages en Afrique...

– Thierry Ardisson : ... c'est très étonnant.

– Jacques Attali : ... un très grand nombre de villages africains sont structurés comme les fractales. Les Africains ont inventé l'ordinateur numérique bien

avant qu'on le découvre.

– *Thierry Ardisson* : Le code Bamana qui date du 10e siècle, en Mauritanie, préfigure l'ordinateur.

– *Jacques Attali* : Ils ont inventé une façon de prévoir l'avenir qui est exactement ce qu'on appelle le code binaire ou le code booléen en mathématiques modernes qui a donné l'ordinateur numérique d'aujourd'hui. Et on sait très bien comment c'est passé, puisque c'est passé de l'Afrique de l'ouest au 10e siècle par les marchands arabes jusqu'à Cordoue puis de Cordoue jusqu'en Hollande et c'est là que Leibniz puis d'autres ont inventé le calcul numérique.

– *Thierry Ardisson* : C'est passionnant.

Les premiers mathématiciens de l'histoire universelle étaient africains !

LES MATHEMATIQUES CHEZ LES KAMITS ANCIENS :

Les kamits sont le seul peuple à utiliser les fractales dans la construction de leurs villages, un mathématicien américain a découvert que la structure de certains villages africains avait été élaborée avec un haut degré de connaissances mathématiques, vu de haut, ces structures nous révèlent une géométrie fractale.

Il a aussi découvert que les bambaras qui pratiquent l'art de la divination avec du sable utilisaient un code binaire.

Il reconnaît que le calcul binaire utilisé dans les ordinateurs modernes a été découvert par les anciens kamites.

Les sociétés kemit sont les seules au monde à représenter ses formes mathématiques (géométrie de la nature) dans leur architecture depuis bien longtemps avant leur découverte en Europe sous le nom de “FRACTALE”

Ouvrage de référence : “African Fractals” de Ron Eglash

Digital

Le terme **digital** est l'adjectif associé au substantif doigt, un américainisme populaire traduit en français par numérique, auquel le terme « numérique » doit être préféré d'après l'Académie française. Le milieu scientifique anglo-saxon utilise le terme numérical, qui correspond en français à numérique.

Cette utilisation du terme “digital” pour numérique provient d'une extension erronée de “digital display” ou affichage à 7 segments des années 1980 pour tout affichage de nombres, puis à toute numérisation. Le succès de ces afficheurs à 7 segments (“digits” en angloaméricain, c'est-à-dire “doigts”), fait que le terme digital display est devenu par la même dérive que celle de frigidaire (une marque) pour réfrigérateur, le synonyme d'affichage numérique, même quand l'évolution de la technologie a fait

évoluer cet affichage vers un affichage à matrice de points. Le passage dans le langage courant de digital à la place de numérique a été facilité entre autres par le dépôt de plusieurs marques de sociétés, techniques comprenant ce mot, comme Dolby digital.

Mais sémantiquement, le terme digital en français comme en anglais provenant de *digitum*, “doigt” en latin, n'a rien à voir avec nombre ou numérisation. Le seul vrai calculateur digital est un instrument très ancien, toujours très employé en Asie, le boulier, où le calcul s'effectue avec les doigts.

L'emploi du terme digital à la place de numérique ou numérisation est donc un abus de langage, mais très en vogue pour des raisons de marketing.

Système binaire

Le **système binaire** est un système de numération utilisant la base 2. On nomme couramment bit (de l'anglais *binary digit*, soit « chiffre binaire ») les chiffres de la numération binaire positionnelle. Ceux-ci ne peuvent prendre que deux valeurs, notées par convention 0 et 1.

C'est un concept essentiel de l'informatique. En effet, les processeurs des ordinateurs actuels sont composés de transistors ne gérant chacun que deux états.

Un calcul informatique n'est donc qu'une suite d'opérations sur des *paquets* de 0 et de 1, appelés octets lorsqu'ils sont regroupés par huit.

Définition

Le système binaire le plus courant est l'équivalent en base deux de la numération de position que nous utilisons en base dix dans la vie courante.

Dans ce type de codage, chaque nombre est représenté de façon unique par une suite ordonnée de chiffres. Et chaque chiffre représente une puissance de la *base*. Si on se limite dans un premier temps aux nombres entiers positifs, en base dix ces puissances sont : un (1), dix (représenté par 10), cent (dix fois dix, représenté par 100), mille (dix fois cent, représenté par 1 000), dix mille etc. En base deux, ces puissances sont : un (1), deux (représenté lui aussi par 10), quatre (deux fois deux, représenté par 100), huit (deux fois quatre, représenté par 1 000), seize (deux fois huit, représenté par 10 000) etc.

On voit que la signification des représentations 10, 100, 1 000, etc. dépend de la base utilisée : 10 est toujours égale à la base, c'est-à-dire *dix* en base dix, mais *deux* en base deux¹

En base dix, on a besoin de dix chiffres, de zéro à neuf ; en base n , on a besoin de n chiffres, de zéro à $n-1$; et donc en base deux, on a besoin de deux chiffres : zéro et un.

Algèbre de Boole (logique)

L'**algèbre de Boole**, ou calcul booléen, est la partie des mathématiques, de la logique et de

l'électronique qui s'intéresse aux opérations et aux fonctions sur les variables logiques. Plus spécifiquement, l'algèbre booléenne permet d'utiliser des techniques algébriques pour traiter les expressions à deux valeurs du calcul des propositions. Elle fut initiée en 1854 par le mathématicien britannique George Boole.

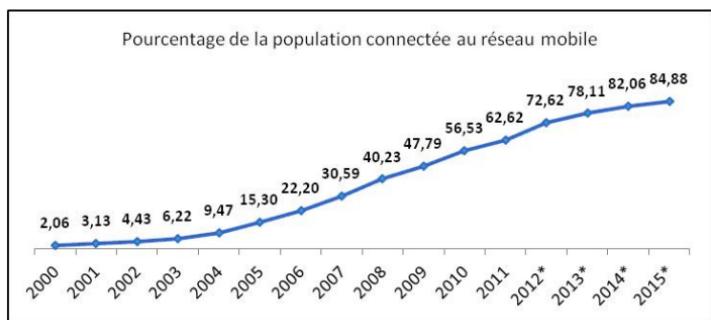
Aujourd'hui, l'algèbre de Boole trouve de nombreuses applications en informatique et dans la conception des circuits électroniques.

Pour une révolution numérique en Afrique

Malgré le développement de la téléphonie mobile en Afrique, très peu de ménages sont connectés à l'Internet haut débit. Compte tenu de son rôle transversal dans l'économie, ne faudrait-il pas que l'accès au haut débit pour tous devienne une priorité de développement ?

Lorsqu'on parle de communications électroniques, cela évoque des échanges d'informations entre amis, entre familles ou entre partenaires en affaires. Cela évoque également l'histoire de cette grand-mère qui reçoit régulièrement les nouvelles de son petit-fils vivant à l'étranger, ou encore celle de ces amoureux qui se contemplent chaque jour en dépit de la distance qui les sépare. Laissons néanmoins toute la poésie que nous apportent les télécommunications et focalisons-nous plutôt sur sa contribution à l'amélioration de notre bien-être matériel.

L'Etat des technologies de communications en Afrique



Source : Tiré du Rapport 2011 de l'Observatoire de la téléphonie mobile en Afrique (Figure 1), GSMA. Les données au-delà de 2011 sont des prévisions du GSMA.

Au cours des dix dernières années, les NTIC ont connu une croissance fulgurante dans le monde entier. Particulièrement en Afrique, cette croissance concerne surtout la téléphonie mobile dont le nombre d'utilisateurs a été multiplié par 30 entre 2001 et 2011 ; avec 620 millions de connectés en 2011. Cependant, ce progrès cache les performances du réseau mobile qui ne permet pas encore la connexion à l'Internet dans plusieurs Etats Africains. Ainsi, très peu d'Africains ont accès au réseau Internet mobile : moins de 5 % de la population selon les statistiques en fin 2011. Le réseau fixe est encore moins développé avec seulement 0,2 % des ménages ayant accès au haut débit fixe en fin 2011. Il existe également des différences persistantes entre pays, entre les régions d'un même pays et entre les riches et les pauvres.

Ce tableau contrasté de l'état des nouvelles technologies de communications en Afrique appelle à une révolution numérique compte tenu de ses incidences sur le développement économique et social.

Impact sur le développement du marché

En effet, la réduction de la distorsion dans les prix relatifs des produits constitue l'une des incidences majeures du développement de la téléphonie mobile en Afrique. En effet, le manque de coordination dans la détermination des prix des produits crée souvent de grandes disparités régionales préjudiciables au niveau de vie des agriculteurs Africains. Par exemple, un agriculteur de maïs dans le nord du Bénin n'a pas d'information sur l'offre et la demande de maïs dans le pays en dehors de son village. Ainsi, en fixant son prix à l'acheteur, il ne tient pas compte des conditions de transactions sur les autres marchés géographiques. Cela a une incidence directe sur son niveau de vie dans la mesure où le revenu tiré de cette production ne lui permet pas toujours d'acheter d'autres produits de consommation dont les prix sont fixés en tenant compte des conditions du marché. C'est le cas souvent des produits importés dont les prix sont déterminés à l'échelle mondiale. Une récente étude menée au Niger montre comment le développement de la téléphonie mobile permet de corriger cette distorsion et d'assurer un niveau de vie plus élevé aux

agriculteurs qui utilisent leur téléphone portable pour avoir l'information sur les prix dans les autres marchés géographiques.

Par ailleurs, le développement des communications électroniques a permis d'élargir et d'intégrer le marché via l'émergence de nouveaux services et la réduction des coûts de transactions. Concrètement, le paiement par téléphone mobile, la réception des informations sur un ordinateur, un poste téléviseur ou même sur un écran mobile sont de nouveaux services qui permettent d'élargir le marché et ainsi créer de nouveaux emplois. En plus, la possibilité pour un habitant d'une contrée quelconque de faire des achats via Internet ou de recevoir des informations provenant de la ville permet de mieux intégrer le marché. Le cas du mobile-banking est un exemple typique qui regroupe à la fois ces deux fonctions. Non seulement, il a permis à des millions de personnes d'accéder aux services bancaires, mais également l'émergence de nouveaux services comme l'utilisation du téléphone mobile comme moyen de paiement dans un commerce. A titre d'exemple, une étude réalisée sur le système de mobile-banking au Kenya (M-Pesa) montre qu'il a fortement augmenté la bancarisation des ménages.

En plus de son incidence sur le contenu et l'étendue du marché, le développement des communications électroniques contribue à entretenir la concurrence dans les autres secteurs de l'économie.

Une récente étude conduite dans certains pays de l'Union Européenne montre que la diffusion des services de télécommunications induit un développement de la concurrence dans les autres secteurs. En Afrique, l'étude réalisée au Kenya montre que le M-Pesa a entraîné une baisse des prix des services de transfert d'argent comme Western Union ou Money-Gram.

Impact sur le développement social

Au delà de son impact sur le développement économique, les communications électroniques ont des ramifications dans les domaines tels que l'éducation (e-education), la santé (e-health) et l'administration publique (e-government). L'importance que prennent ces nouvelles formes de services appelle à une remise en question des politiques de développement actuellement mises en œuvre dans les pays pauvres et plus particulièrement en Afrique.

Par exemple, aurons-nous encore besoin de regrouper des élèves dans une même salle de classe ou des patients dans une même salle de soins dans 50 ans ? L'organisation de l'administration publique telle qu'elle est aujourd'hui serait-elle encore convenable dans 50 ans ? Les perspectives qu'offrent les nouvelles technologies semblent suggérer qu'il n'y a rien de plus incertaine qu'une réponse à ces questions. Il s'en suit donc que le développement dans