

Système de gestion cartographique des maladies infectieuses suivant le paradigme « diviser pour mieux régner » : Cas du Covid-19 au Cameroun

[Cartographic management system of infectious diseases following the paradigm « divide for better rule » : Case of Covid-19 in Cameroon]

Namekong Dagha Sinclair, Wadoufey Abbel, Mohamadou Yakouda, and Fotso Clarice

Institut National de Cartographie, PO Box 157 Yaoundé, Cameroon

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The rapid spread of the COVID19 virus surprised most of the world's public health specialists and pushed various countries to adopt palliative measures. These measures ranged from total containment, to the elimination of physical contact between people and the use of ICTs to follow up infected cases. Many IT solutions have been developed everywhere else, if they have been able to provide answers in the countries where they have unfortunately been implemented for Cameroon, they do not seem suitable. Faced with this situation, our article proposes a cartographic management system to respond in the future to different types of infectious diseases, it is therefore based on the "divide and conquer" paradigm and the concepts of cartography to guarantee effective management of disease. A system that takes into account the specifics of Cameroon's response to Covid-19. This system is built in an environment integrating the use of mobile techniques, in particular Bluetooth technologies and mobile geographic information systems, in order to allow the monitoring of patients and the traceability of the evolution of the disease; this platform also offers a framework for consultation between patients and medical specialists for the sharing of experience in order to limit the spread of the virus present.

KEYWORDS: Covid-19, Bluetooth, GIS, mobile, ICT, cartographic.

RESUME: La fulgurance de la propagation de la COVID19 virus a surpris la plupart des spécialistes mondiaux de santé publique et poussée différents pays à adopter des mesures palliatives. Ces mesures allaient du confinement total, à la suppression des contacts physiques entre personne en passant par l'utilisation des TIC pour le suivi des cas infectés. De nombreuses solutions informatiques ont été développées partout ailleurs, si elles ont pu apporter des réponses dans les pays où elles ont été mise en œuvre malheureusement pour le Cameroun, elles ne semblent pas adaptées. Face à cette situation notre article propose un système de gestion cartographique pour répondre à l'avenir à différents types de maladies infectieuses, elle repose pour ce fait sur le paradigme « diviser pour mieux régner » et les concepts de cartographie pour garantir une gestion efficace de la maladie. Un système qui tient compte des spécificités de la réponse du Cameroun face au Covid-19. Ce système est bâti dans un environnement intégrant l'utilisation des techniques mobiles plus particulièrement des technologies Bluetooth et les systèmes d'information géographique mobile, afin de permettre le suivi des malades et la traçabilité de l'évolution de la maladie; cette plateforme propose également un cadre de concertation entre malades et spécialistes de la médecine pour un partage d'expérience dans le but de limiter la propagation du virus en présence.

MOTS-CLEFS: Covid-19, Bluetooth, SIG, mobile, TIC, Cartographie.

1 INTRODUCTION

Le 17 novembre 2019, apparaît dans la ville chinoise de Wuhan, le premier cas de covid-19, le monde est loin de se douter de l'ampleur que prendra ce nouveau virus. En effet, lorsque le 25 février 2020, le nombre de nouveaux cas déclarés quotidiennement hors de Chine fut plus élevé que dans ce pays, L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) déclarera ce qui au départ était une épidémie chinoise en pandémie mondiale le 11 mars 2020. L'OMS édicta un certain nombre de mesure pour stopper la pandémie à savoir: renforcer l'hygiène préventive

Devant ces mesures de l'OMS certains pays, ont élargies ces mesures en procédant pour certain au confinement total (Chine, Inde, etc...), pour d'autres au non confinement en misant sur une immunité collective (Suède, Finlande, etc...) et certains ont couplé ces mesures avec des outils TIC pour le suivi des malades, leur géolocalisation et l'identification des lieux parcourus par ceux-ci (Corée du Sud, etc...).

Au Cameroun, le gouvernement a prescrit treize mesures pour stopper la pandémie le 17 mars 2020 [7]; Face au résultat mitigé de ces mesures, le 13 avril 2020 le gouvernement préconise sept autres mesures pour tenter cette fois encore de freiner de façon considérable la maladie [7].

Des mesures prises par le gouvernement, il n'existe aucun moyen de tracer les cas asymptomatiques ainsi que la localisation de leurs lieux de fréquentation qui pourraient être de lieux probables de contamination, l'hyper centralisation de la gestion complique d'avantage la gestion des divers opérations, l'inexistence d'un outil pour assurer une gestion efficace de crise de ce type à l'avenir.

Notre démarche s'articule autour d'un certain nombre de points. Le premier consistera à collecter les informations auprès du personnel du ministère de la santé du Cameroun en charge des question d'épidémie (COVID19 et Choléra) et des systèmes développés par des états à travers le monde; d'analyser ces informations, d'en ressortir un cahier de charge adapté au contexte Africain en général et Camerounais en particulier axé sur le paradigme « diviser pour mieux régner » dans le but de décentraliser autant que possible la gestion de la maladie en présence. Ce document décrit un système qui offre en plus une plateforme qui permet de suivre les cas infectés, de collecter des paramètres au quotidien, identifier les personnes qui ont été en contact avec les cas suspects et cartographier les zones à risque élevé et offrir aux malades et spécialistes un cadre de concertation commun dans l'anonymat, pour un partage d'expériences et un réconfort mutuel.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La mise en œuvre de ce système a nécessité des compétences en webmapping et sur les technologies mobiles et réseaux tel que le VPN pour l'interconnexion des différentes zones de déploiement (diviser) aux différentes centrales de gestion (régner). Elle s'est faite suivant le model en cascade sur 4 phases: l'analyse de l'existant et des besoins, l'élaboration du cahier de charge fonctionnelles, la conception, l'implémentation et les tests dans le cas de divers infections

2.1 ANALYSE DE L'EXISTANT ET DES BESOINS

Cette opération s'est effectuée en collaboration avec le personnel du MINSANTE du Cameroun. Elle a consisté dans un premier temps à réaliser au moyen de questionnaire et d'interviews auprès du personnel en charge de la gestion de la pandémie de covid19 et du choléra, une collecte d'information afin de comprendre les mécanismes mise en œuvre pour lutter contre ces maladies infectieuses, et ainsi recueillir les besoins pour notre système de gestion. Les informations collectées lors de cette collecte ont été analysées pour une intégration dans notre système.

Cette analyse a été faite au-delà des frontières du Cameroun, au travers des solutions de gestion qu'ont proposé des états en réponse à la pandémie à **corona virus**.

2.2 CAHIER DE CHARGES FONCTIONNELLES

L'élaboration de ce document a été une traduction des besoins recueillis tant sur les mécanismes de luttés contre les maladies infectieuses au Cameroun que sur les techniques déployées par des états pour faire face au covid19 et a d'autre pathologies. Il met en évidence quelques difficultés très souvent rencontrée dans la gestion et le suivi des effets des maladies infectieuses:

- Les « fakes news » autour de la maladie
- La non disponibilité des tests à temps;
- La non disponibilité des vaccins pour tous;
- L'identification des personnes qui ont été en contact avec un individu déclaré positif;
- La peur pour certain individus d'être testé ou vacciné;
- Le tracking et suivi à distance des personnes jugées suspectes ou infecté;
- Informer le grand public sur les zones à risque élevés;
- Cartographier la situation sanitaire générale du pays par zone d'étude;

2.3 ANALYSE ET CONCEPTION

En plus des d'informations recueillis auprès des organes du Ministère de la santé du Cameroun en charge des pandémies, Cette phase a nécessité un tour d'horizon internationale, question d'en tirer le meilleur, afin de le contextualisé pour garantir efficacité et adéquation, pour faire face aux épidémies de divers ordre. A cet effet, nous avons ci-dessous, quelques-unes des fonctionnalités far.

- **TEST-AUTO:** De mettre à la disposition du publique un Test d'auto diagnostique pour que les uns et les autres soient informés le plus rapidement possible sur leurs situations sanitaire provisoire au moyens d'un questionnaire rempli par l'utilisateur et valider suivant les protocoles préconfigurés par les administrateurs, de bénéficier ainsi, d'un suivi en temps réel et des prises de décisions suivant le cas en présence.
- **TRACKING DE PERSONNES.** Cet objectif permettra d'identifier les personnes proches (distance de moins 1,5 m) d'un individu et de stocker les identifiants anonymes de ces derniers et de suivre les cas confirmés ou en attente de confirmation.
- **CARTOGRAPHIQUE:** identifier les zones de passage (72h plus tôt par exemple) d'un individu infecté, pour une décontamination rapide. Avoir une situation générale par zone, arrondissement, département, région et nationale de la progression et du suivi des cas.
- **SUIVI DES CAS INFECTES OU SUSPECT:** ce mécanisme permettra aux traceurs de collecter les paramètres des différents cas en observation, à fin d'établir une courbe de progression pour chacun, et ainsi garantir une prise en charge efficient au moment opportun, tout en économisant les ressources médicales qui sont en quantité limité. Ces informations sont transmises au niveau départemental, régional, et national afin de cartographier de façons départementale, régionale et nationale le suivi et l'évolution de la maladie.

Le langage de modélisation UML est celui utilisé ici pour modéliser l'ensemble des taches il a été question de définir:

- L'architecture du système
- Le diagramme des cas d'utilisation
- Le diagramme de classe
- Le choix de fond cartographique
- un protocole test au Covid19 automatique et dynamique

2.4 IMPLEMENTATION

Elle s'est faite en deux phases et a partir uniquement d'outils libres

✓ Le front-end

- Serveur web: **apache et cordova**
- Serveur cartographique: **Mapserver**
- Client cartographique: **Leaflet**
- SGBD: **postgresSQL/PostGIS**
- Langage: **PHP, JavaScript, CSS, HTML**
- Framework: **IONIC, ANGULAR**
- Bibliothèque: **JQuery**

✓ Le back-end

- Web service: **REST**
- Langage: **JAVA**

- Framework: **Spring et sa suite (Spring boot, Spring security, ...)**
- Bibliothèque: **JavaMail, httpClient, JWT, ...**

L'exécution de cette phase a consisté à:

- Déployer les environnements de développement
- Créer les bases de données et les tables suivants la structure de base et insertion des données de bases
- Construire le « mapfile » (fichier de style) de la plateforme
- Ecrire les lignes de codes pour la réalisation de chacune des fonctionnalités

3 RÉSULTATS

3.1 STRUCTURES ET DONNÉES DISPONIBLES

Ces données sont complétées au fur et à mesure de l'utilisation de la plateforme, pour en produire une source d'information importante pour réaliser un ensemble des opérations statistiques, géographiques, prévisionnelles et bien d'autres.

N°	Titre	attributs	description
1	Centre de santé/hôpital/pharmacie	Abrège, intitulé, position, images	Utiliser pour permettre d'identifier leurs positions sur la carte et d'identifier les moins distants d'un utilisateur donné
2	Diagnostique	Poidsmin, poidsmax, conclusion, description, date	Utile pour stocker les résultats des tests auto d'un individu question d'observer la progression de la maladie chez l'individu
3	Position	Longitude, latitude	Stockage de la position d'un individu
4	Chiffre	Nombre de cas détecté, guéri, décédé, nouveau cas, date, zone	Utile pour l'archivage et les statistiques départementale, régionale et nationale sur l'évolution
5	Facteurs favorable	Facteur, poids, images	Précise les facteurs qui favorisent le développement de la maladie chez un individu,
6	Symptômes favorable	symptôme, poids, images	Précise les symptômes qui favorisent le statut positif des tests chez un individu,
7	Maladies favorable	maladie, poids, images	Précise les maladies qui favorisent les risques de développement sévère de la maladie chez un individu,
8	Information	Type, titre, contenu, images	Stockage des informations de qualité sur la maladie
9	Utilisateur	Noms, pseudo, téléphone, email, date dernier test, isporteur, résidence, code, position actuel	Permet d'identifier les utilisateurs du système, les attribuer des rôles sur la plateforme en fonction de leurs niveaux d'Access, les tracer et les suivre en cas d'infection ...
10	Conseil	Titre, contenu, auteur	Permet pour tout malade de bénéficier de conseil des spécialistes de la médecine pour un épanouissement mental en cas d'infection
12	Discussions	Titre, contenu, auteur	Permet pour tout malade d'échanger entre eux, de se partager des expériences et les défis rencontrés au quotidien dans la maladie pour ce reconforter

Tableau: données disponible

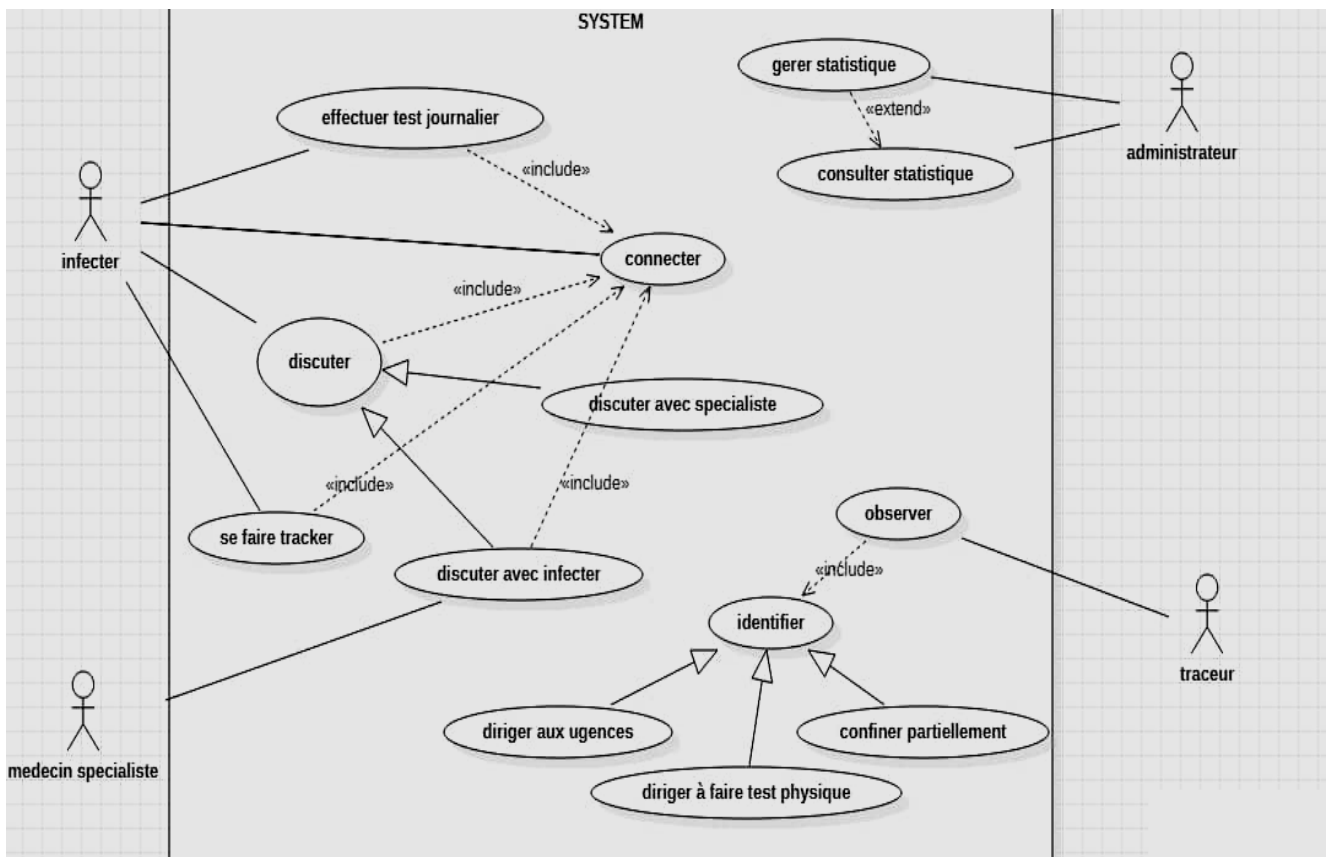
3.2 DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION DU SYSTÈME

Nous pouvons à cet effet, lister quelques acteurs à notre système:

- Les infecter: ils pourront bénéficier, d'un suivi quotidien c'est-à-dire lorsque le système n'a pas reçu son test auto journalier, il lui enverra un message SMS/Mail pour le lui rappeler; ils auront également la possibilité de bénéficier des échanges avec d'autre malade en « discussion » et de « conseil » de spécialiste de la médecine

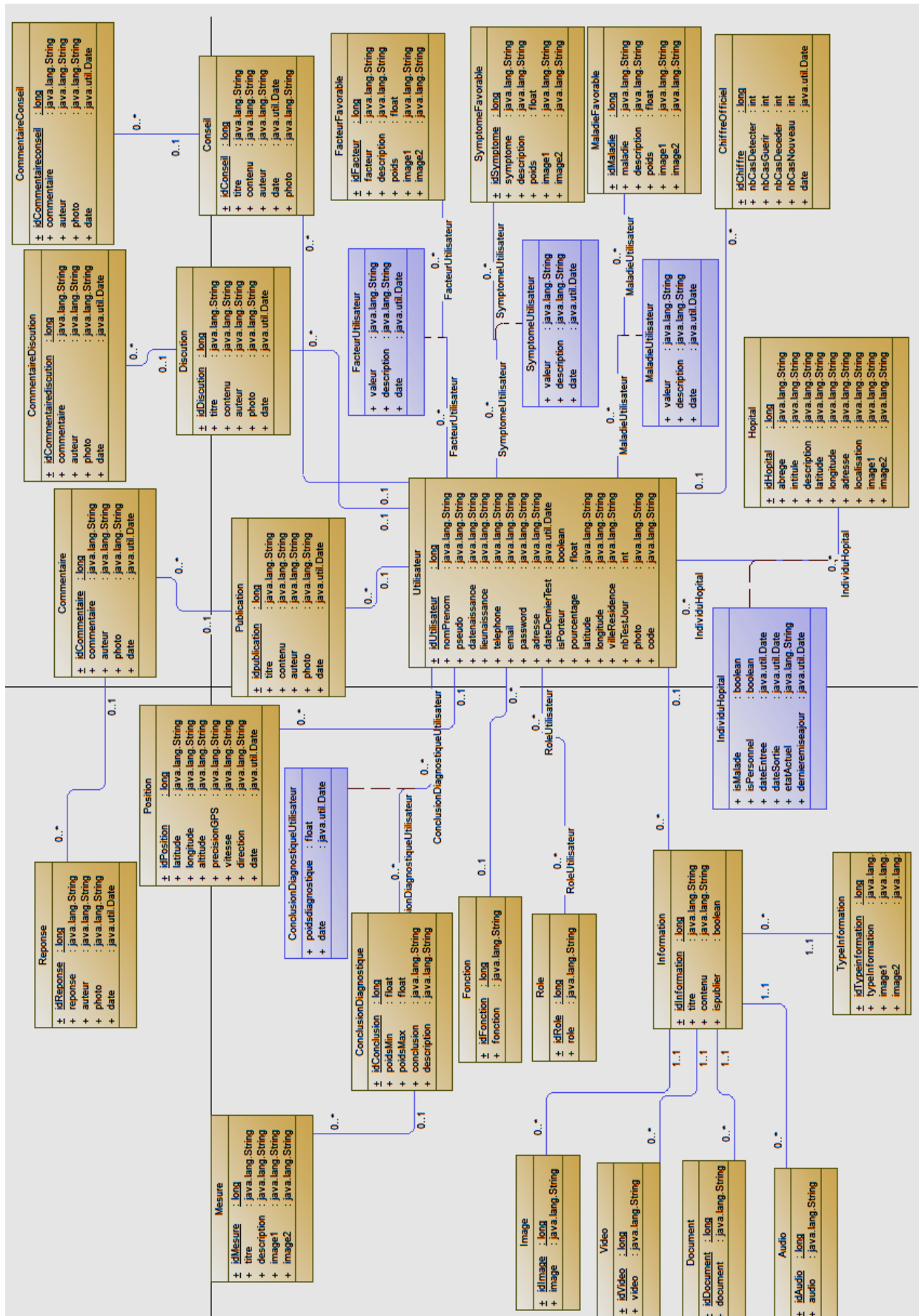
- Les spécialistes: ils pourront répondre aux préoccupations des différents infectés et leurs donner des conseils pratique en fonction des situations qu'ils traversent tant sur le plan social que professionnel
- Les traceurs: observeront chacun dans sa zone l'évolution de la maladie chez les malades à leurs charges et identifieront à partir de cette courbe de niveau ceux qui devront faire le test physique, mis en confinement total, confinement partiel, dirigé en urgence dans le centre agréé le plus proche
- Les administrateurs: auront la charge de générer des statistiques, de consulté les prévisions ...

Le diagramme de cas d'utilisation associé est dont le suivant:

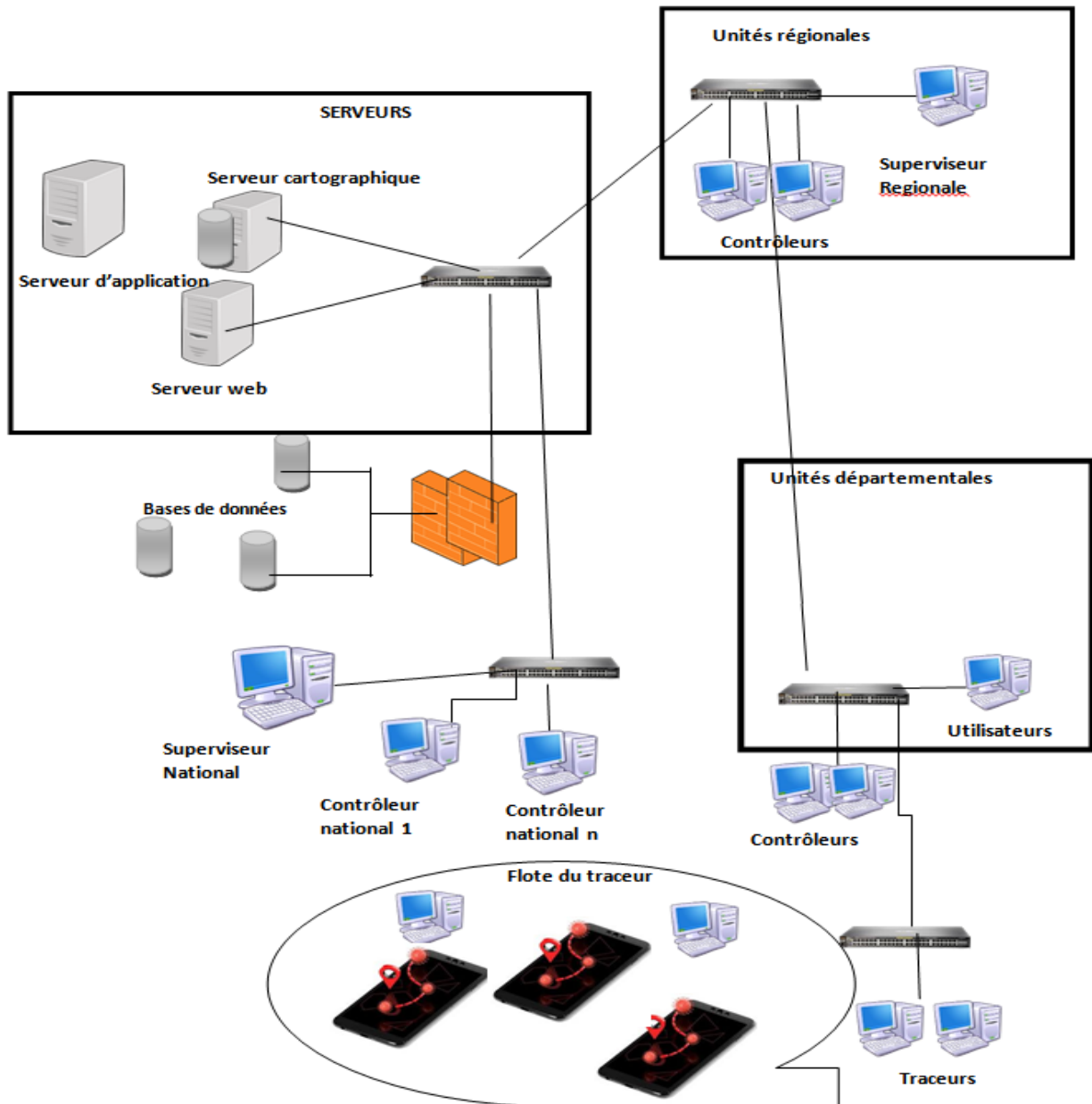


3.3 DIAGRAMME DE CLASSE

Il nous permet ainsi de présenter les classes et les interfaces du système ainsi que leurs relations. Il est illustré par la figure suivante:



3.4 ARCHITECTURE GLOBALE DE LA SOLUTION « DIVISER POUR MIEUX RÉGNER »



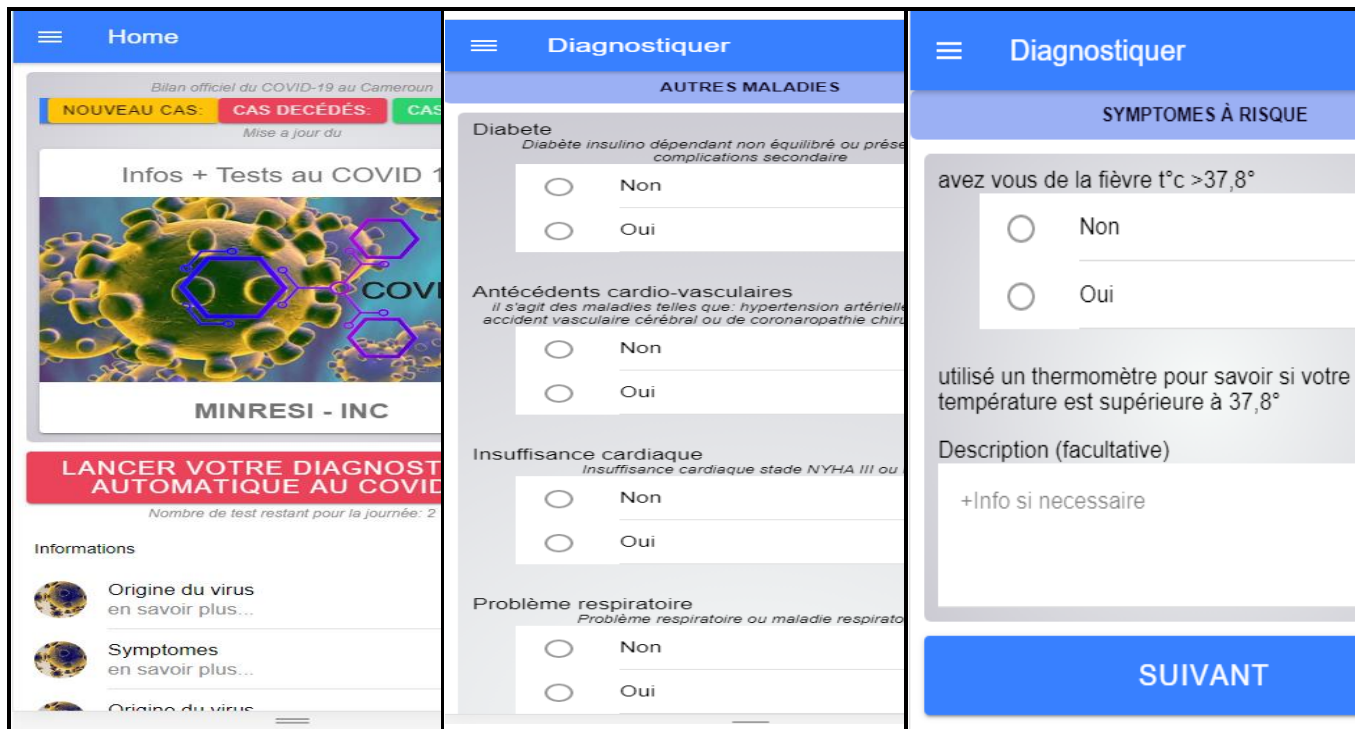
Dans cette architecture, il a été question de:

- Décentraliser la riposte Nationale aux niveaux régionales et départementales afin de pouvoir gérer et de traiter le flux d'information de façon plus efficace et rapide.
- Permettre aux infectés d'être plus proche de les interlocuteurs lors des différentes phases de la riposte (tracking, suivis, contrôle et collaboration).
- Garantir la sécurité, par la présence de pare-feu pour le filtrage des communications et des échanges avec les bases de données.

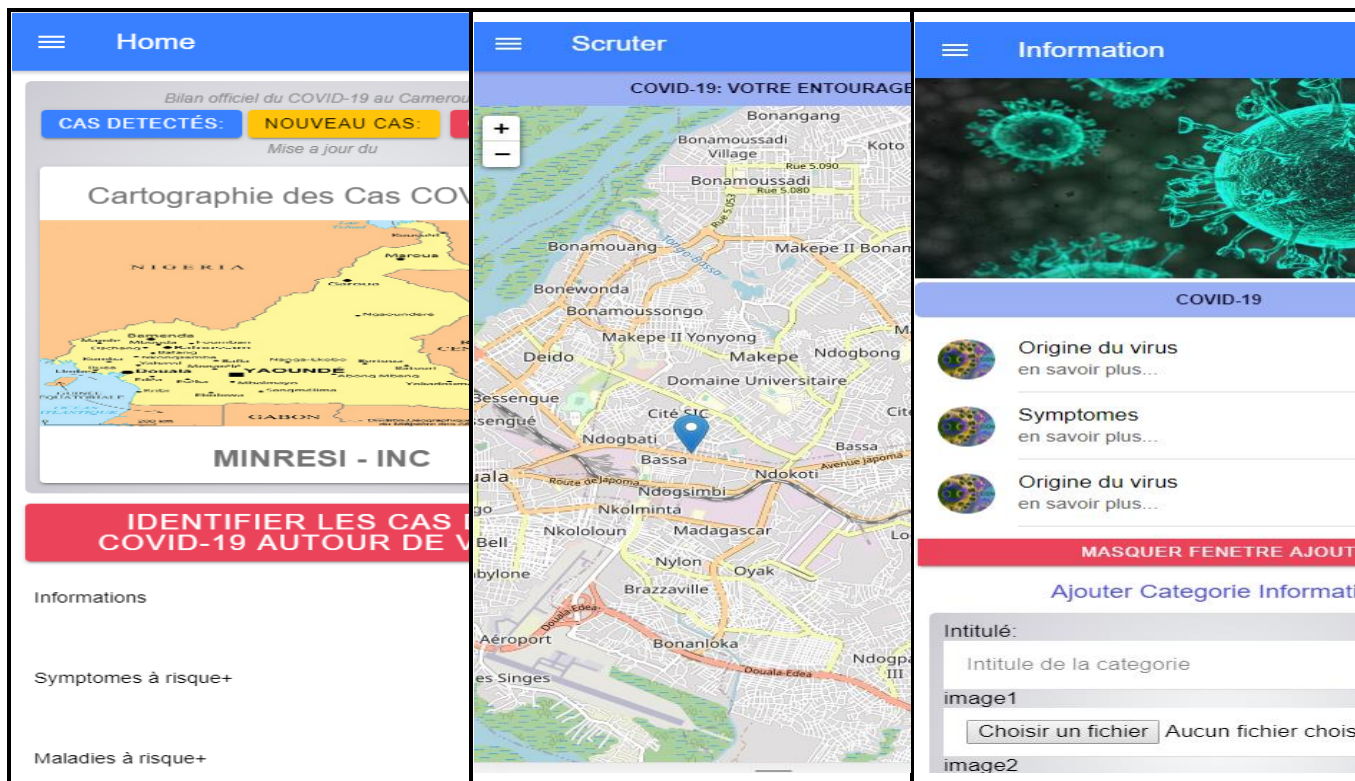
3.5 PLATEFORME

Ci-dessous nous vous présentons quelques capture de notre plateforme:

EXEMPLE INTERFACE DU MODULE DE TEST



EXEMPLE DU MODULE DE CARTOGRAPHIE DES CAS



4 DISCUSSION

Le système ici présenté est venu ainsi améliorer la stratégie de lutte au Cameroun contre la pandémie à COVID 19. Il s'inscrit aujourd'hui dans la stratégie nationale de lutte contre les maladies infectieuses, il vise à limiter la propagation de la maladie en utilisant un minimum de ressources humaines, sociales et financières. Il facilite également la gestion psychologique et le suivi des cas infectés, en les permettant de collaborer entre eux et avec des spécialités de la médecine. La cartographie décentralisée (départementale, régionale et nationale) des zones à risques et des infectés, permet ainsi de mesurer les proportions de ressources à affecter pour garantir une riposte efficace par zone précise quelque soit l'épidémie en présence.

5 CONCLUSION

Le paradigme « diviser pour mieux régner » est d'une importance indéniable dans la gestion des crises sanitaires, car il permet de décentraliser les traitements adjacents à plusieurs niveaux, partant de la gestion individuelle par le malade lui-même aux stratégies implémentées au niveau national.

La mise en œuvre de ce système s'est étalée sur plusieurs phases: l'analyse de l'existant, l'élaboration d'un cahier de charge fonctionnel et architectural, l'analyse et la conception, l'implémentation et les tests. L'analyse de l'existant a consisté à collecter et analyser les informations recueillies auprès des organismes de gestion des crises de **covid19** et du **choléra** du Ministère de la Santé du Cameroun et les projets en rapport avec les TIC pour la gestion de la pandémie à COVID19 sur le plan international, afin d'en tirer une adaptation au contexte Africain en général et au Cameroun en particulier. Suivant cette analyse et les réalisés socio-politiques locales, un cahier de charge a été établi. Le formalisme UML qu'en a lui, nous a permis de formaliser l'ensemble des aspects liés à cette plateforme. Pour l'implémentation, la technologie IONIC nous a permis de développer le front-end mobile hybride (android, IOS, Windows) de notre plateforme, le PHP pour la version web; le back-end qu'en a lui a été développé autour du Framework Spring et de sa suite, dans un environnement de développement ECLIPSE pour un langage JAVA, dans le but de construire un web service REST; la base de données qu'en a elle a été déployée dans le SGBD POSTGRESQL/POSTGIS; la technologie VPN (virtual private network) a été utilisé pour assurer la connexion des différents sites de gestion à la centrale de gestion opérationnelle. A présent, nous avons un système informatique qui permet de suivre des cas infectés au covid19 ou à tout autre maladie infectieuse, de les mettre en relations entre eux (avec des spécialistes de la médecine (psychologue, généraliste, ...)) et permet d'identifier et d'alerter les individus à proximité des infectés au besoin.

Malgré l'utilisation des anonymats connus uniquement par le système pour identifier les individus, Le traçage numérique comme moyen de lutte contre une épidémie, impose en fonction des pays un certain nombre d'autorisations préalable, formaliser par les gouvernements au travers de l'assemblée nationale ou autre car la vie privée des individus peut se trouver impacté.

REFERENCES

- [1] Lin C, Braund WE, Auerbach J, Chou JH, Teng JH, Tu P, Mullen J. Policy Decisions and Use of Information Technology to Fight 2019 Novel Coronavirus Disease, Taiwan.
https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0574_article.
- [2] Grayson Wick. Coronavirus 2020: What is really happening and how to prevent it (updated February 12th, 2020 Wuhan Outbreak).
- [3] Uptin Saiidi. Hong Kong is putting electronic wristbands on arriving passengers to enforce coronavirus quarantine. Published Wed, Mar 18 2020 1: 47 AM EDT
<https://www.cnn.com/2020/03/18/hong-kong-uses-electronic-wristbands-to-enforce-coronavirus-quarantine.html>
- [4] Saheli Roy Choudhury. Singapore says it will make its contact tracing tech freely available to developers. Published Wed, Mar 25 2020 2: 40 AM EDT | Updated Wed, Mar 25 2020 10: 40 PM EDT
<https://www.cnn.com/2020/03/25/coronavirus-singapore-to-make-contact-tracing-tech-open-source.html?searchterm=Singapour>.
- [5] Florent Maitre et Alexandre Boero Traçage numérique: les chercheurs français et allemands annoncent Robert le 19 avril 2020 à 16h10
<https://www.clubic.com/coronavirus/actualite-892093-tracage-numerique-chercheurs-francais-allemands-annoncent-projet-protocole-robert.html>.
- [6] TECH & MEDIAS 24- SN Le Maroc va lancer une application de traçage des contaminations le 13 Avril 20: 11 | modifier le 14 Avril 2020 à 12: 28.
- [7] Cameroun: Déclaration spéciale du Premier Ministre, Chef du Gouvernement - DION NGUTE Joseph le 17 mars 2020.
- [8] Cameroun: Repenser le secteur informel pour relever le défi du plein-emploi 21 février 2012
<https://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2012/02/21/report-urges-a-rethink-of-camerouns-informal-sector-as-nation-longs-for-full-employment>.