

Systèmes de surveillance de flux migratoires à travers les données massives, Cas de Madagascar

Systems for monitoring migratory flows through massive data, Case of Madagascar

RAJAONARISOA Ranaivomahasetra, Institut Supérieur de Technologie d'Antananarivo, erafidinarivo@gmail.com

RAHARIMALALA Laurence, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

RAFIDINARIVO Elie, Faculté de Droit, Économie, Gestion et Science Politique, Université d'Antsirananana

Date de publication : 05 Novembre 2020

Résumé :

Le processus de changement climatique induit des modifications d'ordre écologique pouvant entraîner des flux migratoires dues aux interactions entre criquets et populations humaines. En effet, l'éclosion massive des œufs de criquets provoque des migrations selon des trajectoires variées et des distances parcourues importantes jusqu'à envahir plusieurs zones de superficies considérables et au point de détruire les récoltes. En outre, le changement de température et de la pluviométrie peut conduire à des périodes de sécheresse. Dans les deux cas si on prend en considération la partie Sud de Madagascar, il y a le 'kere' dont les conséquences se situent notamment au niveau des populations autochtones qui souffrent alors d'insuffisance alimentaire. Cette situation peut être à l'origine d'exode où le nombre de familles déplacées de différentes régions peut augmenter de façon considérable et dont les diversités culturelles ne sont pas à négliger. Pour étudier ce phénomène, il faut passer par une approche évaluative sur la base d'indicateurs objectivement vérifiables en vue de l'exploitation de la traçabilité des processus impliqués. Les « *big data* » ou données massives en système d'information peuvent alors être mises à profit pour les systèmes de surveillance et d'alerte précoce des flux migratoires. Les indicateurs qui peuvent alimenter les bases de données sont entre autres les zones et superficies touchées, les trajectoires et distances parcourues aussi bien par les criquets que les populations, le nombre de personnes ou de familles déplacées, l'évolution de la température et de la pluviométrie. Pour ce qui concerne la typologie des données massives, on distingue d'une part les « *smart data* » relatifs aux processus permettant d'enrichir des données brutes pour qu'elles deviennent qualifiées dans un contexte particulier, et d'autre part les 'open data' désignant l'effort et la volonté des organisations à mettre à disposition gratuitement des données librement utilisables. Cet ensemble d'indicateurs, de caractéristiques, de typologie sur et pour les données massives peut être exploité pour mettre en relation flux migratoires et pratiques interculturelles sous forme de cartographie de processus générique et applicatif dans une optique d'analyse évaluative et prédictive en

termes de systèmes de surveillance et d'alerte précoce, lesquels sont extensibles vers d'autres régions et pays.

Mots-clés : surveillance, flux migratoire, données massives.

Abstract:

The process of climate change induces ecological changes that can lead to migratory flows due to interactions between locusts and human populations. Indeed, the massive hatching of locust eggs causes migrations on various trajectories and long distances traveled to the point of invading several areas of considerable area and to the point of destroying crops. In addition, changes in temperature and rainfall can lead to periods of drought. In both cases, if we take into account the southern part of Madagascar, there is the 'kere' whose consequences lie in particular at the level of indigenous populations who then suffer from food shortages. This can lead to an exodus where the number of displaced families from different regions can increase significantly and whose cultural diversity is not to be overlooked. To study this phenomenon, an evaluative approach must be used on the basis of objectively verifiable indicators for exploiting the traceability of the processes involved. "Big data" or massive data in the information system can then be used for migration monitoring and early warning systems. Indicators that can feed the databases include affected areas and areas, trajectories and distances travelled by locusts as well as populations, number of displaced persons or families, changes in temperature and rainfall. With regard to the typology of massive data, there is a distinguishing of the "smart data" relating to the processes used to enrich raw data to become qualified in a particular context, and on the other hand the 'open data' which refers to the effort and willingness of organizations to make freely usable data available free of charge. This set of indicators, characteristics, typology on and for massive data can be used to link migration flows and intercultural practices in the form of generic and application process mapping with a view to evaluative and predictive analysis in terms of surveillance and early warning systems, which are expandable to other regions and countries.

Keywords : Surveillance, Migration flows, Massive Data, Madagascar.

Introduction

Le phénomène de migration constitue un sujet préoccupant le monde à l'heure actuelle. Pour le cas de Madagascar, il concerne la migration des criquets selon des trajectoires variées et des distances parcourues importantes jusqu'à envahir plusieurs zones de superficies considérables et au point de détruire les récoltes ; cet aspect est dû à plusieurs facteurs tels que le changement de température, les intempéries, l'exode des habitants de la partie Sud de Madagascar vers d'autres régions en raison de la sécheresse, l'insuffisance alimentaire, le chômage entraîne une surpopulation dans certaines parties de l'île, la propagation du coronavirus à Madagascar constitue également un flux migratoire dû aux divers facteurs comprenant le non-respect des barrières sanitaires, la négligence des diverses règles d'hygiène, le contact entre individus, migration des travailleurs qualifiés compte tenu de la création d'une entreprise dans un autre endroit, etc...

Pour étudier ce phénomène, il faut passer par une approche évaluative sur la base d'indicateurs objectivement vérifiables en vue de l'exploitation de la traçabilité des processus impliqués. Les systèmes d'information web représentent la génération actuelle d'applications

et constituent une source de données et d'informations consultées par un grand nombre d'utilisateurs.

La communication par internet permet des échanges d'informations sous des formats différents (textes, sons, vidéos, images) au travers d'outils spécifiques. Les applications des Système d'Information ont beaucoup évolué. Elles peuvent maintenant gérer les interactions entre réseaux (comme les navigateurs Internet ou les outils de visioconférences), supporter la coopération entre systèmes informatiques et/ou utilisateurs, produire des informations essentielles pour guider les flots de documents ou des tâches ou bien encore offrir des fonctionnalités multimédia.

Le web est perçu comme un outil plus souple et moins cher où l'innovation étant de mise. Le système d'information web constitue une large source d'informations de différentes formes et permet de les véhiculer entre les internautes. La communication et l'échange des données s'effectuent de manière interactive selon le principe de dialogue homme-machine sur divers outils comme les ordinateurs, les téléphones portables, les tablettes. L'explosion quantitative des données numériques a obligé les chercheurs à trouver de nouvelles manières de voir et d'analyser le monde pour permettre de découvrir de nouveaux ordres de grandeur concernant la capture, la recherche, le partage, le stockage, l'analyse et la présentation des données [1]. Ainsi est né le « *Big Data* ». Littéralement, ce terme signifie *mégadonnées*, grosses données ou encore données massives qui désignent un ensemble très volumineux de données qu'aucun outil classique de gestion de base de données ou de gestion de l'information ne peut vraiment manipuler. Ce concept a pour objectif de stocker un nombre considérable d'informations sur une base numérique comprenant des messages textuels / vidéos, des informations climatiques, des signaux « *Global Positioning System* » en ligne etc. Les acteurs d'internet d'envergure mondiale tels que Yahoo, Google, Facebook figurent au premier rang pour le développement de ce type de technologie.

Les « *big data* » ou données massives en système d'information peuvent alors être mises à profit pour les systèmes de surveillance et d'alerte précoce des flux migratoires. Les indicateurs qui peuvent alimenter les bases de données sont entre autres les zones et superficies touchées, les trajectoires et distances parcourues aussi bien par les criquets que les populations, le nombre de personnes ou de familles déplacées, l'évolution de la température et de la pluviométrie, la prolifération de l'épidémie et de la pandémie.

Pour ce qui concerne la typologie des données massives, les « *smart data* » reposent principalement sur l'analyse de données en temps réel [7], directement à la source, sans avoir besoin de les transmettre vers un système centralisé. En effet, traditionnellement, les données sont d'abord collectées, converties, placées dans une base de données, et traitées par vagues. Cette technique consiste à se concentrer sur les données qui sont réellement pertinentes.

Les Open Data, ou données ouvertes [8], sont des données auxquelles l'accès est totalement public et libre de droit, au même titre que l'exploitation et la réutilisation. Ces données offrent de nombreuses opportunités pour étendre le savoir humain et créer de nouveaux produits et services de qualité.

Cet ensemble d'indicateurs, de caractéristiques, de typologie sur et pour les données massives peut être exploité pour mettre en relation flux migratoires et pratiques interculturelles sous forme de cartographie de processus générique et applicatif dans une optique d'analyse

évaluative et prédictive en termes de systèmes de surveillance et d'alerte précoce, lesquels sont extensibles vers d'autres régions et pays.

Matériels et Méthodes

Le site de l'étude se focalise dans le domaine sociétal et environnemental concernant les flux migratoires. Les flux migratoires [10] correspondent au nombre de migrants entrant dans un pays ou le quittant au cours d'une période donnée, généralement une année civile. Toutefois, tous les pays n'ont pas recours aux mêmes concepts, définitions et méthodes de collecte de données pour compiler des statistiques sur les flux migratoires. Les définitions d'un migrant international varient dans le temps au sein du même pays et d'un pays à l'autre. Pour la migration des criquets, il s'agit également de déplacement d'un pays à l'autre au sein d'un même continent.

Les flux migratoires sont classés selon leurs mobiles. On distingue notamment : les migrations économiques (déplacement de travailleurs) les migrations contraintes (fuite de persécutions, famines, pauvreté).

Les principales causes de la migration sont entre autres : une croissance économique faible, une répartition inégale des revenus, la surpopulation étroitement liée à une forte croissance démographique, des taux élevés de chômage, les conflits armés et les épurations ethniques, les violations des droits de l'homme, [6] ... L'Organisation internationale pour les migrations (OIM) propose la définition suivante : « On appelle migrants environnementaux les personnes ou groupes de personnes qui, pour des raisons impérieuses liées à un changement environnemental soudain ou progressif influant négativement sur leur vie ou leurs conditions de vie, sont contraintes de quitter leur foyer habituel ou le quittent de leur propre initiative, temporairement ou définitivement, et qui, de ce fait, se déplacent à l'intérieur de leur pays ou en sortent » Les migrations internationales représentent depuis toujours une stratégie adoptée par les communautés humaines pour répondre à une détérioration des conditions de vie motivant le choix de partir définitivement vers des régions autres que son lieu d'origine. Le principal facteur de départ (push factor) est généralement considéré comme étant le manque de débouchés professionnels et, donc, une situation de précarité sur le plan économique [5].

Dans la plupart des cartes de flux migratoires [11], les auteurs adoptent une perspective surplombante qui évince le point de vue des personnes migrantes. Pourtant, la représentation de données quantitatives agrégées n'est pas nécessairement opposée à des données qualitatives et explicatives. Pourtant, une analyse plus attentive révèle la nature « multidimensionnelle » des mouvements migratoires actuels qui doivent être replacés dans le cadre plus vaste du processus de mondialisation affectant également l'environnement. L'épuisement des ressources naturelles et les effets du changement climatique sont des phénomènes planétaires, mais les régions qui sont les plus particulièrement touchées sont aussi les régions les plus pauvres du monde, se caractérisant par une forte poussée démographique et une faible capacité de prévision et de réponse aux catastrophes naturelles et aux événements extrêmes. Souvent, cependant, un certain nombre de pressions sur l'environnement (manque de terres et d'eau, dégradation des sols, désertification) altèrent progressivement l'équilibre entre population et ressources et agissent comme un facteur concomitant dans le cadre global de la détérioration des conditions de vie de la population, parallèlement aux facteurs économiques, politiques et sociaux.

L'Organisation Internationale pour les migrations [6] a indiqué la difficulté de prédire avec exactitude les conséquences des changements climatiques sur les systèmes météorologiques pour évaluer les flux migratoires. Les changements climatiques dépendent largement des émissions produites actuellement. La recrudescence du déplacement de la population vers les zones urbaines n'est pas facilement maîtrisable.

Les mouvements de population liés aux changements climatiques sont un phénomène relativement récent dont l'ampleur est difficile à évaluer en raison de la difficulté à définir la notion de réfugié de l'environnement et, par conséquent, à recueillir des données. La quantification de ce type de migrants est complexe, car l'environnement n'entre en jeu de façon décisive dans l'alimentation des flux migratoires qu'en cas d'événements catastrophiques.

La gestion des flux migratoires nécessite l'enregistrement des données en entrée sur les diverses conditions déclenchant le déplacement ainsi que les informations recueillies après les mouvements pour repérer leur traçabilité. Les données manipulées dans ce domaine sont volumineuses si bien que le Système de Gestion de Base de Données traditionnel semble insuffisant pour leur traitement. Actuellement, les données massives sont utilisées vu l'évolution rapide de la technologie.

Inventé par les géants du web, le *Big Data* se présente comme une solution dessinée pour permettre à tout le monde d'accéder en temps réel à des bases de données géantes. Il vise à proposer un choix aux solutions classiques de bases de données et d'analyse (plate-forme de Business Intelligence en serveur SQL...) [1].

Littéralement, le terme *Big Data* signifie mégadonnées, grosses données ou encore données massives. Il désigne un ensemble très volumineux de données qu'aucun outil classique de gestion de base de données ou de gestion de l'information ne peut vraiment travailler.

Les données massives se caractérisent par la collecte et l'utilisation rapides de données très nombreuses provenant d'une grande variété de sources et par la création de nouvelles applications pour les analyser, les lier et en tirer des conclusions et des prévisions [2]. Cela peut aussi bien se faire à l'aide de cartes dites de fidélité (qui permettent à une entreprise de connaître nos achats) que par les mots que nous utilisons dans nos recherches sur Internet ou par la compilation des pages que nous aimons sur Facebook ou ailleurs.

La *Big Data* consiste à stocker les données pour permettre l'analyse des données complexes et massives (BECHE, 2018). Il regroupe des données présentant une grande variété, arrivant en volumes croissants, à grande vitesse et connu sous le sigle les cinq « V » [9] qui signifie : Volume, Vitesse, Variété, Vérité et Valeur.

Le Volume concerne la quantité de données considérable non structurées et à faible densité, de valeur inconnue, comme des flux de données Twitter, des flux de clics sur une page web ou une application mobile pouvant correspondre à des dizaines de téraoctets de données.

La vitesse correspond à la vitesse du développement des nouvelles données, autrement dit de fréquence de création, collecte et partage de ces données. Normalement, les données haute vitesse sont transmises directement à la mémoire, plutôt que d'être écrites sur le disque. Certains produits intelligents accessibles via Internet opèrent en temps réel ou quasi réel et nécessitent une évaluation et une action en temps réel.

La variété d'informations (venant de diverses sources, non-structurées, organisées, Open...) fait allusion aux nombreux types de données disponibles. Les types de données traditionnels

ont été structurés et trouvent naturellement leur place dans une base de données relationnelle. Avec l'augmentation du *Big Data*, les données ne sont pas nécessairement structurées. Les types de données non structurés et semi-structurés, tels que le texte, l'audio et la vidéo, nécessitent un prétraitement supplémentaire pour en déduire le sens et prendre en charge les métadonnées. La technologie *Big Data*, permet de faire l'analyse, la comparaison, la reconnaissance, le classement des données de différents types comme des conversations ou messages sur les réseaux sociaux, des photos sur différents sites.

La véracité concerne la fiabilité et la crédibilité des informations collectées. Comme le *Big Data* permet de collecter un nombre indéfini et plusieurs formes de données, il est difficile de justifier l'authenticité des contenus, si l'on considère les post Twitter avec les abréviations, le langage familier, les *hashTag*, les coquilles etc. Toutefois, les génies de l'informatique sont en train de développer de nouvelles techniques qui devront permettre de faciliter la gestion de ce type de données notamment par le W3C (World Wide Web Consortium).

La notion de valeur correspond au profit qu'on puisse tirer de l'usage du *Big Data*. Ce sont généralement les entreprises qui commencent à obtenir des avantages incroyables de leurs *Big Data*. Selon les gestionnaires et les économistes, les entreprises qui ne s'intéressent pas sérieusement au *Big Data* risquent d'être pénalisées et écartées.

En d'autres termes, le *Big Data* est composé de jeux de données complexes, provenant essentiellement de nouvelles sources. Ces ensembles de données sont si volumineux qu'un logiciel de traitement de données traditionnel ne peut tout simplement pas les gérer. Mais ces énormes volumes de données peuvent être utilisés pour résoudre des problèmes difficiles à résoudre auparavant.

Ces données ne peuvent pas être enregistrées dans un Système de Gestion de Base de Données relationnelles (SGBDR) traditionnel en raison de leur volume et dans le souci d'accélération de leur vitesse de traitement. Ainsi, il est possible d'extraire des données non compatibles ou non acceptées par le SGBDR traditionnel étant donné que le *Big Data* est capable de gérer tout type de données structurées ou non structurées (Vidéo, musique, fichier csv, json, xml, etc ...). Toutefois, en tant que nouvelle technologie en pleine expansion, son implémentation nécessite un coût lié notamment en personnel qualifié disposant de solides expériences.

Le « *Cloud Computing* » [4] qui est la nouvelle forme de stockage de données, consiste à externaliser les ressources informatiques sur le web. Cette technologie a pour objectif de rendre virtuelle la part matérielle en réduisant l'ordinateur à un simple terminal sans mémoire. Il désigne également l'accès aux données par l'intermédiaire d'internet plutôt que via le disque dur d'un ordinateur. Ces données sont synchronisées avec d'autres informations sur internet.

Concernant les services de gestion de données pour le *Big Data*, l'environnement commercial en ligne d'aujourd'hui génère des volumes croissants de données dans des sources de données. Il est temps de les utiliser. et de répondre à de nouvelles questions. Les solutions à intégrer les données comprennent les services Oracle Data Management qui prennent en charge le stockage, le traitement et l'accès à des données multistructurées, gérées dans des bases de données multimodaux et des couches de données d'entreprise intégrées qui permettent d'utiliser toutes les données.

La gestion du *Big Data* optimise les ressources des organisations de toutes tailles pour une valeur de données et des processus organisationnels plus solides et intègre les services suivants : « *Oracle Autonomous Data Warehouse* » qui évolue de manière flexible, offre des performances de requête rapides et ne nécessite aucune administration de base de données « *Oracle Big Data Service* » est un service automatisé basé sur Cloudera Enterprise, qui fournit un environnement de lac de données « *Hadoop* » rentable, « *Oracle Big Data SQL Cloud Service* » qui n'est autre qu' « *Oracle SQL* » étendu à « *Hadoop* » et « *NoSQL* » permettant d'analyser et de filtrer intelligemment les données là où elles résident et qui fonctionne avec « *Oracle Big Data Service* », « *Oracle Big Data Appliance* » qui est une plateforme « *Big Data* » complète conçue pour acquérir, organiser et analyser des charges de travail volumineuses à partir de sources diverses, à la vitesse et à l'échelle, « *Oracle Cloud Infrastructure Data Catalog* » qui est un service robuste de gestion des métadonnées en libre accès permettant d'organiser, de gérer et d'enrichir les informations sur les données au sein d'*Oracle Cloud* et au-delà, « *Oracle Cloud Infrastructure Data Flow* » qui est un service Big Data entièrement géré permettant d'exécuter des applications « *Apache Spark* » sans infrastructure à déployer ou à gérer, et « *Oracle NoSQL Database* » qui est un Service de base de données clé/valeur évolutive, à faible latence, prenant en charge les types de données table et JSON. Le format JSON (Javascript Object Notation) est un autre format très répandu utilisé pour différentes données, telles que Facebook et twitter. JSON utilise uniquement du texte, ce qui facilite l'envoi et la réception sur n'importe quel serveur.

Résultats et Discussions

Les travaux sur les flux migratoires ont déjà été traités par plusieurs chercheurs et acteurs gouvernementaux depuis quelques décennies. Les résultats de ces travaux portent, dans la plupart des cas, sur les renseignements relatifs à la description et l'historique des mouvements migratoires à partir desquels des mesures ont été prises après les conséquences de ces migrations. Les données ont été gérées, soit manuellement, soit à l'aide des logiciels fondés sur le Système de gestion des bases de données traditionnel pour permettre de dresser la cartographie de flux migratoires. Actuellement, les données deviennent de plus en plus complexes et volumineuses, la technologie évolue rapidement, les simples outils de traitement n'arrivent plus à supporter la manipulation des données massives sur les migrations. Par exemple, les données favorisant le déplacement des criquets peuvent être de divers type telles que le taux d'humidité de l'air, la température, la pluviométrie, forces du vent, le changement climatique, l'altitude, la verdure des champs, etc. Pour ce qui est de la migration de la population, plusieurs facteurs doivent être à considérer : le taux de chômage, la cherté de la vie, la sécheresse, la famine, le niveau d'instruction, le taux de modernisation de la ville / village, l'insécurité, l'épidémie de la maladie, les séismes, les ouragans, les cyclones, etc... Concernant la propagation d'une maladie en l'occurrence le covid19, celle-ci est caractérisée par divers facteurs à savoir le contact entre individu, le non-respect des règles d'hygiène sanitaire et des barrières sanitaires, la faiblesse de niveau de culture de l'individu, le changement climatique, l'insuffisance d'infrastructure de traitement des patients, etc...

Etant donné la masse volumineuse de ces données, il y a lieu de recourir au *Big Data* et par voie de conséquence au « *cloud computing* » qui consiste à l'externalisation au lieu du

traitement au niveau du disque dur local. Par ailleurs, il n'existe pas encore de règles universelles quant à la modélisation des données massives. En tout cas, toute modélisation est encore basée sur la sémantique aboutissant au schéma entité-relation et complétée par d'autres paramètres avancés tels que le paradigme orienté objet, ... Chaque entreprise a, pour le moment, sa propre méthode pour la conception et le développement de son Système d'Information dans le cadre du *Big Data*.

Un modèle est une représentation abstraite et simplifiée du monde réel en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir (Rocques, 2007). Modéliser un système avant sa réalisation permet de mieux comprendre le fonctionnement du système.

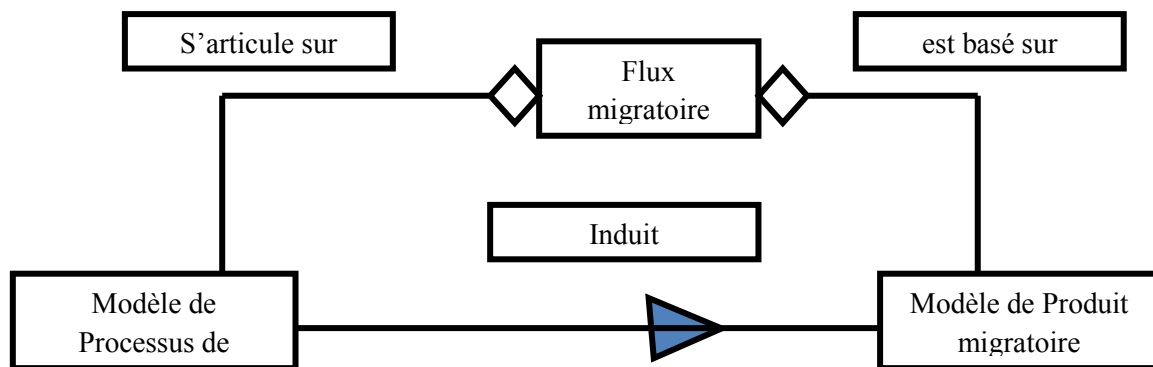


Figure 1 – Présentation de la méthode de flux migratoire

La prévision d'un flux migratoire s'articule sur le modèle de processus de migration et est basée sur le modèle de produit.

Face à la diversité des formalismes utilisés par les méthodes d'analyse et de conception d'application dans le domaine de système d'information, il s'avère important d'adopter des formalismes permettant une orientation vers l'universalité. Pour ce faire, la notation du modèle de cartes MAP qui sera adoptée dans la suite de cet article. Ce modèle est développé au Centre de Recherche en Informatique de l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, pour la modélisation des processus. Il a pour but de pour permettre de modéliser les démarches méthodologiques, plus précisément, les modèles de processus (Rolland, 1999), (Assar 2000). Il s'inscrit dans une approche qui met l'accent à la fois sur les intentions de l'ingénieur d'application et sur les stratégies à adopter, pour accomplir ces intentions.

Une carte est représentée comme un graphe étiqueté et dirigé qui utilise deux notions fondamentales : *intention* et *stratégie*. Elle permet d'obtenir un ordonnancement non déterministe d'*intentions* et de *stratégies*. C'est aussi un modèle fournissant un support dans la sélection d'intentions ou de stratégies alternatives en proposant des aides méthodologiques sous forme de *directives*. Une carte est une structure de navigation contenant un nombre fini de chemins où aucun n'est recommandé a priori mais construit dynamiquement. Les cartes de processus décrivent les *intentions* de l'utilisateur. Toute transformation du produit est réalisée par l'accomplissement d'une *intention* de l'utilisateur. Une *intention* peut être réalisée de plusieurs manières différentes en fonction des besoins de l'ingénieur et de ses activités précédentes. Ces différentes manières de réaliser une *intention* sont appelées des *stratégies*.

La stratégie caractérise la manière de progresser d'une intention vers une autre. Une démarche spécifiée à l'aide de ce formalisme s'appelle une *carte*. Comme le montre la figure 1, les *cartes* sont des graphes orientés. Les sommets décrivent les différentes *intentions* et les arcs décrivent les *stratégies* qui sont offertes pour progresser d'une *intention* à l'autre.

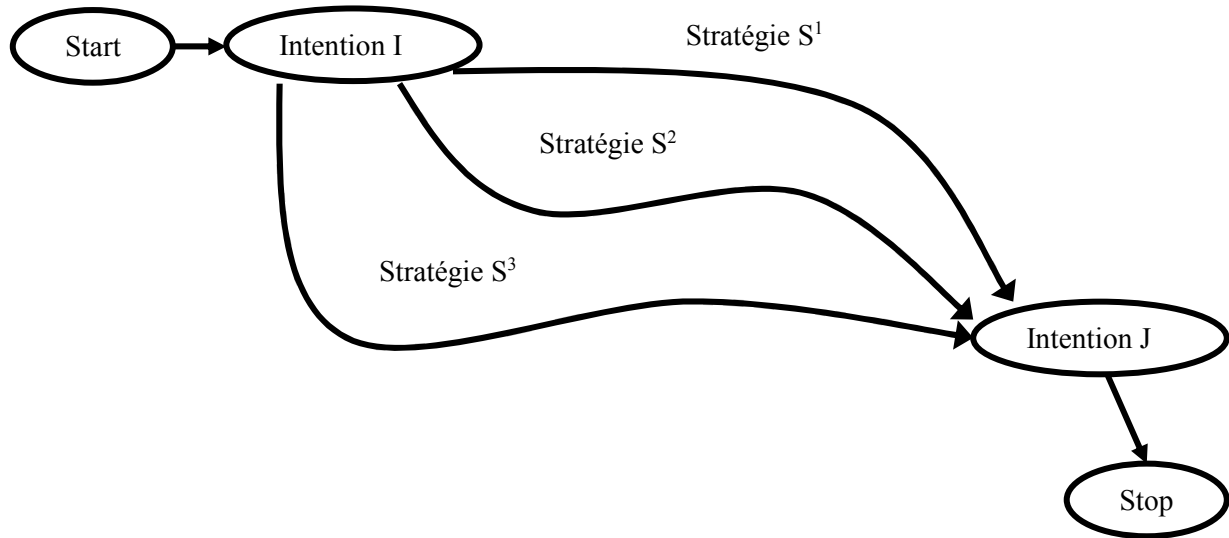


Figure 2 – Exemple de carte

La carte présentée en figure 2 propose trois manières de réaliser l'*intention* J à partir de l'*intention* I : celle identifiée par la stratégie S¹, celle identifiée par la stratégie S², et celle identifiée par la stratégie S³. L'*intention* J ne peut être accomplie en utilisant l'une de ces trois stratégies que si l'*intention* I a été accomplie au moins une fois. Chaque triplet <I, Sⁱ, J> est appelé *section*.

Toute démarche méthodologique peut être formalisée systématiquement par les *intentions* de construction de produit à accomplir et les *stratégies* à suivre à cette fin.

Toute carte contient une intention « Start » et une intention « Stop ».

Le modèle de cartes MAP a pour but de permettre de modéliser les démarches méthodologiques de modélisation de processus. Il met l'accent à la fois sur les intentions et sur les intentions à adopter pour accomplir ces intentions. Il est composé de triplet <I, Sⁱ, J> est appelé *section*.

Dans ce qui suit, est présentée la carte globale de modélisation du processus des flux migratoires.

Les *sections* (S_i) de la Carte globale sont listées à la figure 3. Il est à rappeler qu'une section est exprimée par l'intention de départ **I_{ap}**, l'intention de destination **I_{dt}** et la stratégie **St_{dpt}** pour aller de **I_{ap}** vers **I_{dt}**. Ainsi, une section est représentée par <**I_{ap}**, **I_{dt}**, **St_{dpt}**>.

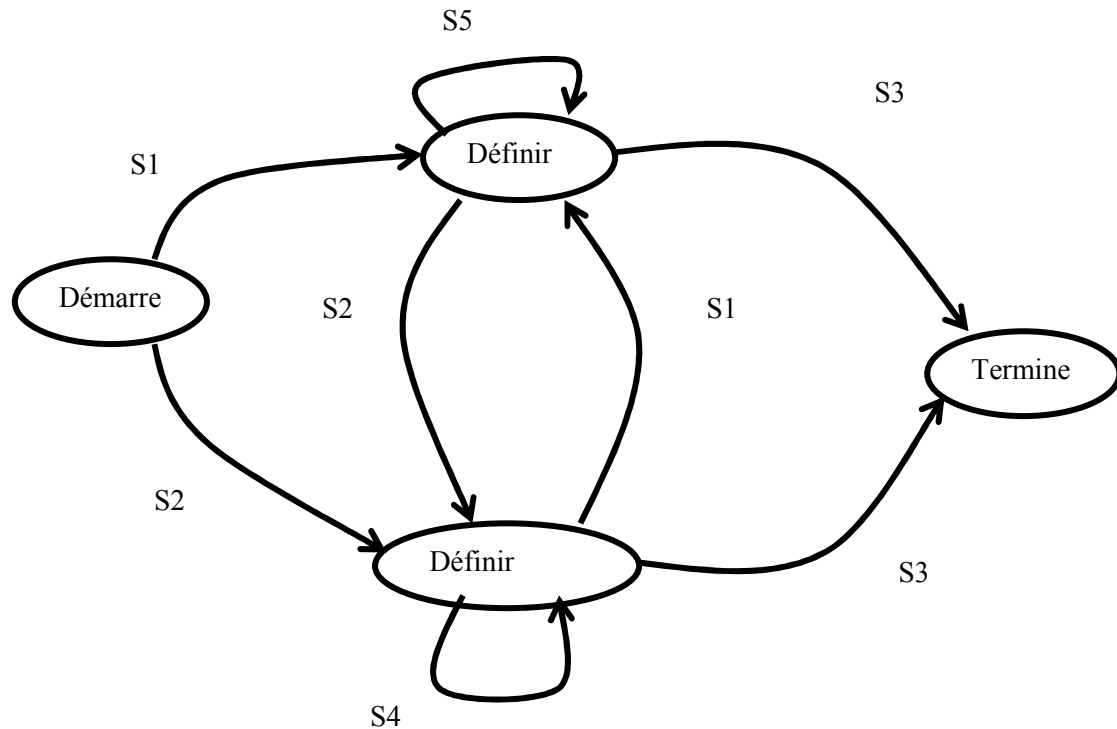


Figure 3 - Carte globale du processus de modélisation de Flux migratoire

Les *stratégies* qui permettent d'accomplir de différentes manières des trois intentions de la Carte Globale de Processus, sont les suivantes :

- S1 : Stratégie *identification de lieu*
- S2 : Stratégie *détermination de condition*
- S3 : Stratégie *de complétude*
- S4 : Stratégie *par élicitation de conditions*
- S5 : Stratégie *par alternative de lieu*

Pour la modélisation du processus des flux migratoires, huit sections sont inventoriées et décrites comme suit :

1 – (« Démarrer », « Définir lieu », par stratégie *d'identification lieu*) : Cette section permet de déterminer le lieu avec ses caractéristiques telles que la distance, les moyens pour y atteindre, etc...

2 – (« Démarrer », « Définir condition », par stratégie *détermination de condition*) : Il s'agit d'une progression à partir de l'intention « Démarrer » permettant de définir des conditions avant de cibler le lieu de destination de la migration. Les conditions peuvent être diverses à savoir chômage, intempéries, etc.

3 – (« Définir lieu », « Définir condition », par stratégie *élicitation de condition*) : Partant de l'intention « Définir lieu », il est possible de découvrir d'autres conditions pour se déplacer vers d'autres types de lieu.

4 – (« Définir condition », « Définir lieu », par stratégie *définition de lieu*) : Cette section permet de passer de l'intention « Définir condition » vers l'intention « Définir lieu ». Ce passage signifie qu'il est possible de compléter le processus après avoir déterminé d'autres conditions.

5 – (« Définir condition », « Définir condition », « par stratégie d'alternative de lieu ») :

Dans cette section, le passage signifie qu'il est possible d'accomplir l'intention « Définir condition » vers l'intention « Découvrir condition » pour découvrir d'autres types de conditions afin de compléter le processus correspondant à un lieu donné.

6 – (« Définir lieu », « Définir lieu », par stratégie d'identification de lieu) :

Cette section, l'accomplissement de l'intention « Définir lieu » vers l'autre intention « Définir lieu » permet de découvrir d'autres types de lieu à l'intérieur d'un même endroit.

7 – (« Définir condition », « Terminer », par stratégie de complétude) :

Cette section concerne l'achèvement du processus de construction du site dont l'objectif est de pouvoir mener de prédiction sur la base de diverses conditions et des caractéristiques enregistrées préalablement dans la base de données.

8 – (« Définir lieu », « Terminer », par stratégie de complétude) :

A l'instar de la section 8, il s'agit également de terminer le processus de la finalisation du site après avoir tenu compte de tous les facteurs aboutissant à l'élaboration de la cartographie de flux migratoires.

Les concepts supportés par les modèles de produit seront représentés par le formalisme UML (GABAY, 2001), (Ducket, 2012), (Rocques, 2007). UML ou « Unified Modelling Language » est un langage qui est devenu un standard pour la modélisation orientée objet.

La figure 4 ci-après présente le modèle de produit de flux migratoire au travers du diagramme de classe d'UML.

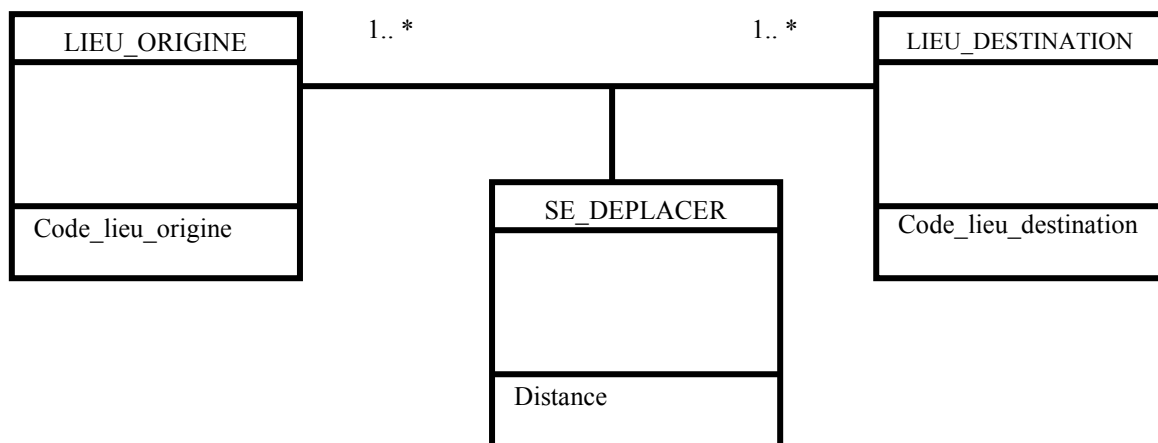


Figure 4 – Présentation du modèle de produit de flux migratoire

Le modèle de produit de flux migratoires comporte trois classes qui sont : la classe LIEU_ORIGINE qui exprime les différentes localités sources des flux, la classe LIEU_DESTINATION qui représente les divers endroits de destination et la classe association SE_DEPLACER qui contient des attributs variant selon un contexte dynamique. Ce modèle de produit constitue la base de l'ossature de la présentation des informations dans le Système d'Information Web ; les classes se transforment en pages, les relations se convertissent en lien de navigation.

Conclusion

L'interférence des pratiques interculturelles avec le système d'information web constitue une source de circulation et d'appropriation de connaissances. Les flux migratoires constituent une des préoccupations actuelles de bon nombre de pays. La migration de la population est due aux divers problèmes entre autres, le chômage, l'insécurité, la guerre, les intempéries, etc. Pour le cas malgache et de certains pays africains, la migration des criquets provoque des dégâts considérables de l'agriculture. La propagation de la pandémie continue de compliquer la vie de plusieurs personnes aussi bien sur le plan économique que social. Plusieurs travaux sur ces flux migratoires ont déjà fait l'objet de multiples publications. Toutefois, leurs conclusions se sont axées sur la difficulté de prédire les mouvements. Dans le cadre du présent article, les données sont traitées dans la famille d'outils de *Big Data* qui répondent à la problématique des règles des 5V. Il s'agit notamment d'un Volume de données considérable à gérer, une grande Variété d'informations venant de diverses sources, structurée, non-structurées, organisées, Open...), le niveau de Vitesse à atteindre porte sur la vitesse ou la fréquence de création, de la collecte et du partage de ces données, la véracité concerne la fiabilité et la crédibilité des informations collectées, et enfin la Valeur correspond au profit pouvant être tirée de l'usage du *Big Data*. L'analyse évaluative et prédictive en termes de systèmes de surveillance et d'alerte précoce est fondée sur la modélisation qui permet de représenter le monde réel en vue de le décrire, de l'expliquer et de le prévoir. Le modèle de cartes MAP est utilisé pour modéliser le processus de mouvements migratoires. L'impact de pouvoir modéliser ces déplacements s'articule sur la possibilité de prévoir pour permettre de prendre des mesures de précaution et des décisions appropriées : pour l'invasion des criquets, il serait facile de délimiter à l'avance les zones d'intervention ; concernant le déplacement de population, leur accueil dans les localités de destination pourrait être préparé dans de bonnes conditions ; quant à la prolifération d'une épidémie, les structures de traitement des patients pourraient être aménagées et installées à temps.

Bibliographie

a. Ouvrages et Revues

- i. ASSAR et al, (2000), « *Un modèle pour la spécification des Processus d'analyse des Systèmes d'Information* ».
- ii. BECHE, BECHE Jean-Privat Désiré (2018), « *Généralité sur les données massives : Big data* »

- iii. DUCKET, JON DUCKET (2012), « *HTML & CSS, design et Création Web* », Edition Pearson Education, 500 p.
- iv. Gabay, J. Gabay (2001), « *Merise et UML pour la modélisation des systèmes d'information* », Edition Dunod, Paris.
- v. ROCQUES, (2007), « *UML2 : Modéliser un site web* », Eyrolles, 2007, 246 p.
- vi. ROLLAND, PRAKASH N et al (1999), « *A Multi-Model View of Process Modelling* », Requirements Engineering Journal.

b. Webographie

- vii. [1] <https://www.lebigdata.fr/definition-big-data> - Définition de Big Data – juin 2020.
- viii. [2] <https://jeanneemard.wordpress.com/2016/09/14/les-avantages-et-desavantages-des-donnees-massives/> - juin 2020.
- ix. [3] - https://www.researchgate.net/profile/Aurelie_Dudezert/publication/274062564_Karoui_M_Devauchelle_G_Dudezert_A_2014_Big_Data_Mise_en_perspective_et_enjeux_pour_les_entreprises_N_Special_Big_Data_Revue_Ingenierie_des_Systemes_d'Information_19_3_73-92_Hermes/links/5525480e0cf201667be7234e.pdf Big Data : Mise en perspective et enjeux pour les entreprises – 28 juin 2020
- x. [4] - <https://pdfs.semanticscholar.org/3c15/6ee2abbce25eaa6299eeb65e274191cc2065.pdf> Mise en place d'un site type Web 2.0 sur un cloud – juin 2020
- xi. [5] - <https://www.cairn.info/revue-tiers-monde-2014-2-page-187.htm?contenu=article> Flux migratoires – par Eugenia-Ferragina, Désirée A.L. Quagliarotti dans Revue Tiers-Monde 2014/2 (n°218) pages 187 à 204 – consulté en juin 2020
- xii. [6] - https://publications.iom.int/system/files/pdf/mrs-31_fr.pdf - Migration et changement climatique – juin 2020
- xiii. [7] - DEFINITION DE SMART DATA ET OPEN DATA <https://www.lebigdata.fr/smart-data-definition-differences-big-data> - juin 2020
- xiv. [8] - <https://www.lebigdata.fr/open-data-definition> - juin 2020 - Définition de *open data* – juin 2020
- xv. [9] - <https://www.oracle.com/fr/big-data/what-is-big-data.html> - Fonctionnement du big data – juin 2020
- xvi. [10] <https://migrationdataportal.org/fr/themes/flux-migratoires-internationaux> - Flux migratoire - juin 2020
- xvii. [11] <https://journals.openedition.org/remi/8249> - Cartographier les mouvements migratoires Migreurop et Étrange Miroir (2015) *Moving Beyond Borders*, [en ligne]. URL : <http://www.migreurop.org/article2601.html>
- xviii. <http://www.migreurop.org/article2601.html>
- xix. [12] - <https://www.cairn.info/revue-tiers-monde-2014-2-page-187.htm?contenu=article> - Eugenia Ferragina, Désirée A.L. Quagliarotti - Flux migratoires et environnement – Revue Tiers Monde 2014/2 (n°218), pages 187 à 204
- xx. [13] - https://www.researchgate.net/profile/Aurelie_Dudezert/publication/274062564_Karoui_M_Devauchelle_G_Dudezert_A_2014_Big_Data_Mise_en_perspective_et_enjeux_pour_les_entreprises_N_Special_Big_Data_Revue_Ingenierie_des_Systemes_d'Information_19_3_73-92_Hermes/links/5525480e0cf201667be7234e.pdf - Big Data : Mise en perspective et enjeux pour les entreprises consulté le 28 juin 2020
- xxi. [14] - <https://www.dunod.com/sites/default/files/atoms/files/9782100711420/Feuilletage.pdf> - La Révolution du Big Data consulté le 28 juin 2020

- xxii. [15] - https://www.institut-montparnasse.eu/wp-content/uploads/2012/11/Collection_recherches_n_4.pdf - Assurance, prévention, prédiction dans l'univers de Big Data consulté le 28 juin 2020
- xxiii. [16] - https://pages.outscale.com/hubfs/FR/Ebook/Big_Data_Soyez_malins/Ebook_soyez_malins_et_visionnaires_utilisez_le_Big_Data.pdf - Premier pas vers le big data consulté le 28 juin 2020
- xxiv. [17] - <https://pdfs.semanticscholar.org/7b87/dbc20c43188b68103d897b1e3fdcf5eb24a2.pdf> - Inversion_flux_migratoires_interrégionaux consulté le 28 juin 2020