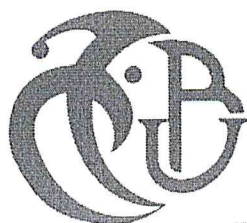


Université Saad Dahlab Blida1



**Faculté des Sciences
Département d'Informatique**

Mémoire présenté par:
M. MAZARI BOUFARES Salim

**Thème : Gestion contextualisée du contenu multimédia
dans les environnements mobiles basée sur le Cloud**

En vue d'obtenir le diplôme de Master

Domaine: MI

Filière: Informatique

Spécialité : Ingénierie des logiciels

Promotrice : Dr. BENBLIDIA Nadja

Encadreur : Mlle. MEZZI Melyara

Organisme d'accueil : Laboratoire LRDSI, Université de Blida 1.

Soutenu le:

2016

1 Table des matières

2	Introduction.....	8
2.1	Contexte du sujet	8
2.2	Problématique et objectifs	9
2.3	Organisation du mémoire.....	10
	Parcours Bibliographique.....	11
2.4	Introduction.....	11
2.5	Le Mobile Cloud Computing.....	11
2.5.1	Définition Du Cloud	11
2.5.2	Technologies Du Cloud.....	12
2.5.3	Architecture Cloud	14
2.5.4	Caractéristiques du Cloud	18
2.5.5	Le Mobile vers le Cloud Computing.....	19
2.5.6	Le Mobile Cloud Computing (MCC).....	20
2.5.7	Architecture d'application Mobile Cloud Computing.....	21
2.5.8	Approches d'application Cloud-Mobile.....	23
2.6	La notion de contexte dans l'informatique mobile	31
2.6.1	Définitions relatives au contexte	31
2.6.2	L'informatique mobile et le contexte en mobilité	32
2.6.3	L'informatique sensible au contexte	37
2.7	Conclusion	40
3	Conception.....	41
3.1	Introduction.....	41
3.2	Motivations	41
3.2.1	Contexte général.....	41

3.2.2	Problématique et cas d'étude.....	42
3.3	Expression des besoins	42
3.3.1	Besoins fonctionnels.....	42
3.3.2	Besoins non-fonctionnels	43
3.3.3	Besoins techniques	44
3.4	Diagramme de cas d'utilisation global	44
3.5	Diagrammes de séquences.....	47
3.6	Conception du système	52
3.6.1	Définitions diverses	52
3.6.2	Techniques et normes utilisées.....	54
3.7	Architecture globale du système.....	57
3.7.1	Côté cloud.....	57
3.7.2	Coté client.....	57
4	Implémentation du systèmes.....	62
4.1	Environnement de développement.....	62
4.1.1	Android Studio	62
4.1.2	Gradle	63
4.1.3	Google Apps Engine	63
4.2	Langages de programmation.....	64
4.2.1	Java.....	64
4.2.2	XML	65
4.3	Logiciel de gestion de versions (Source Control Management SCM)	65
4.4	Emulation : GenyMotion	66
5	Conclusion générale.....	67
	Bibliographie.....	68

Tables des illustrations

Figure 1: Evolution du Cloud.....	13
Figure 2: Empilement des services Cloud.....	16
Figure 3: Déploiement du Cloud.....	17
Figure 4: Représentation des couches d'architecture MCC.....	22
Figure 5: Architecture MCC Client-serveur, image clone.	25
Figure 6: Architecture MCC client-serveur, partitionnement de code.....	26
Figure 7: Architecture MCC Cloudlet.....	28
Figure 8: Architecture MCC ad hoc.....	30
Figure 9: Diagramme de cas d'utilisation global.	44
Figure 10: Diagramme de séquence "Connexion au service de stockage Cloud"	48
Figure 11: Diagramme de séquence "Opération de traduction et création du document multimédia".....	49
Figure 12: Diagramme de séquence "Consultation des documents multimédia".	51
Figure 13: Architecture globale du système.....	58

Remerciements

Tous les remerciements du monde ne seraient suffisant à prouver ma gratitude envers tous ceux qui ont été proches de moi en cette riche année, sans qui l'aboutissement de ce travail n'aurait pas pu être possible.

Je tiens particulièrement et avant tout à exprimer ma reconnaissance envers ma promotrice Madame Benblidia Nadja d'avoir accepté et encouragé ce travail, pour ses précieux conseils et qui m'ont aidé tout au long de ce dur labeur, et qui nous a dit un jour « Un bon élément n'a pas besoin d'aide » ; une phrase qui m'a motivé et mise en confiance tout au long du projet et m'a aidé à faire un effort supplémentaire lors de moments difficiles. Et je remercie mon encadreuse Melle Melyara Mezzi, sous la tutelle de Madame Benblidia, pour m'avoir encouragé à entreprendre ce travail, m'avoir suivi tout au long du processus, et motivé lors de mes périodes de faiblesse.

J'exprime aussi mes remerciements les plus chaleureux envers notre chef de département Madame Benstiti pour avoir toujours gardé l'œil sur moi, et pour son intégrité.

Aussi je remercie Adnane Abed pour ses magnifiques graphiques et son amitié chaleureuse et constructive et Mohamed Amine Smail pour son soutien moral continu.

Ma chère famille à qui je dois beaucoup, je ne sais comment être reconnaissant envers eux, j'espère être à la hauteur de leurs espérances, merci à ma mère Maria pour sa patience indéniable et son amour, mon père Mohamed pour la confiance qu'il m'accorde, mon grand frère Farid pour sa gentillesse et son aide, et mon petit frère Lyes pour la jeunesse qu'il met dans nos vies.

J'exprime aussi ma forte sympathie envers mes proches amis qui ont fait preuve d'une extraordinaire loyauté, et tous ceux qui m'ont donné ne serait-ce qu'un soupir de leur personne.

Je ne peux faire une liste exhaustive des personnes qui m'ont accompagné et m'ont offert leur sympathie tellement ils sont nombreux, Au risque d'oublier un nom, je remercie donc chaleureusement tous ces personnes de mon entourage qu'ils soient amis, collègues, où camarades.

Mazari Boufares Salim

Résumé

Nous vivons actuellement dans un monde hyper connecté où l'essor fulgurant des technologies de l'information répond à un besoin croissant de consommer de l'information multimédia.

Les centres de données actuels, plus performants et moins coûteux que leurs prédécesseurs, permettent de stocker et de traiter un volume de données impressionnant. Ces deux facteurs, ont contribué à l'émergence des notions et des concepts fondamentaux de l'informatique en nuage, tels que la virtualisation, les plateformes XaaS, L'informatique distribuée ... etc. En même temps, des appareils mobiles truffés de capteurs permettant, non seulement, de récolter de l'information - aussi bien à partir du Cloud que de leur l'environnement immédiat - mais aussi de la contextualiser, ont vu le jour. Afin d'offrir au public une nouvelle expérience à la fois ludique et pratique en toutes circonstances, les développeurs ont pu allier les avantages du Cloud et des systèmes sensibles au contexte.

A travers la conception d'une application mobile qui offre à un touriste la possibilité de traduire instantanément des panneaux textuels en langue étrangère, de sauvegarder les résultats, localement ou dans le Cloud, pour une utilisation ultérieure. Nous avons pu explorer puis exposer, les différentes technologies et techniques utilisées dans le développement d'applications Cloud-Mobiles

Mots Clés : informatique en nuage, system sensibles au contexte, applications Cloud-Mobile, informatique omniprésente.

Abstract

Nowadays, in a Hyper connected world, the fast expansion of information technology responds to the growing need to consume multimedia information. Existing datacentres, more efficient and less expensive than ever, can store and process a huge amount of data. These two factors have contributed to the emergence of the fundamental notions and concepts of cloud computing, such as virtualization, XaaS platforms, distributed computing etc... In the meantime, various mobile devices equipped with several sensors could collect, either from the cloud or from their near environment, and contextualize information have appeared. The developers have been able to combine the benefits of the Cloud and the context aware systems to offer the community, in all circumstances, a new entertaining and practical experience.

Through the design of a mobile application that offers a tourist the ability to instantly translate foreign language text panels, to save the results for later use, either locally or in the cloud. We've been able to explore and expose the different technologies and techniques involved in the development of Cloud-Mobile applications

Keywords : Cloud Computing, Ubiquitous Computing, Contexte-Aware systems, Cloud-Mobile Computing.

ملخص

نعيش اليوم في عالم مرتبط كلياً حيث أصبحت تكنولوجيا المعلومات مرتبطة بالحاجة المتزايدة لاستهلاك معلومات الملتيميديا. إن مراكز البيانات الحالية، أكثر كفاءة وأقل كلفة من سابقتها، تسمح بتخزين ومعالجة قدر هائل من البيانات. فقد ساهما هذين العاملين في ظهور المفاهيم الأساسية للحوسبة السحابية، مثل المحاكاة الافتراضية ومنصات SaaS والحوسبة الموزعة... إلخ في نفس الوقت الأجهزة المحمولة مليئة بأجهزة الاستشعار ليس فقط لجمع المعلومات - سواء من سحابة أو البيئية المباشرة - ولكن أيضاً تأطير هذه المعلومات. من أجل تقديم تجربة جديدة للجمهور، تجربة مرحة وعملية في جميع الظروف، قام المطورين بجمع بين مزايا السحابة والأنظمة الحساسة للسياق.

من خلال تصميمنا لتطبيق للهاتف النقال يوفر للسياح الأجانب القدرة على ترجمة نصوص اللوحات على الفور، حيث تُحفظ النتائج في الهاتف أو في سحابة، لاستخدامها لاحقاً. قمنا باكتشاف وعرض مختلف التكنولوجيات والتقنيات المستخدمة في تطوير التطبيقات السحابية للهاتف المحمول.

الكلمات المفتاحية: تطبيقات السحابية، الأنظمة الحساسة للسياق.

2 Introduction

De nos jours, les technologies mobiles et sans fil permettent de fournir une nouvelles catégorie d'applications qui prennent en charge et assistent les voyageurs lors de leurs déplacements. De telles applications comprennent des guides de voyages mobiles et les services d'info-divertissement basés sur la localisation (par exemple : prévisions météo géo-localisées, recommandations basées sur les Systèmes d'Information Géographique « SIG », annotation et bookmarking¹, et le réseautage social mobile) pour ne citer que quelques-unes de ces applications.

En d'autres termes, ces applications permettent aux touristes d'avoir un accès continu et omniprésent à l'information liée à leur voyage durant leur expérience de visite qui est présentée dans un environnement multimédia interactif. En même temps, les capacités de détection de l'emplacement des appareils mobiles facilitent le filtrage des informations concernant le voyage pour qu'elles puissent être adaptées aux besoins et désirs des voyageurs. Ainsi, la pertinence des résultats fournis par de telles applications doit obligatoirement reposer sur des informations contextuelles décrivant la situation dans laquelle se trouve l'utilisateur, afin de pouvoir lui offrir plus de services ou du moins les services susceptibles de l'intéresser le plus.

2.1 Contexte du sujet

Le terme Multimédia désigne la réunion sur un même support, géré informatiquement, du texte, du son, des graphiques et des images fixes ou animées. Grâce à l'interactivité, ces différents éléments d'information peuvent être associés et gérés au gré des besoins de l'utilisateur. En d'autres termes, si nous avons un texte accompagné d'une image, nous avons bien un contenu multimédia. Si nous ajoutons une vidéo, nous parlons aussi de contenu multimédia. Dans un sens plus large, le terme englobe également l'industrie qui produit des contenus multimédias ainsi que les matériels et support qui lui sont nécessaire.

Dans les dernières années, des facteurs tels que la convergence entre les réseaux fixes et mobiles, entre la diffusion et la communication, et entre mobile et Internet a conduit à la nécessité de fournir un service qui soit continu et fiable à travers les différents types de

¹ Le social bookmarking (en français « marque-page social », « navigation sociale » ou bien « partage de signets ») est une façon pour les internautes de stocker, de classer, de chercher et de partager leurs liens favoris.

réseaux, et qui plus est, totalement indépendant des technologies des équipements. Cette exigence d'indépendance a gagné une importance particulière dans la fourniture de services de nouvelle génération définie non seulement par des caractéristiques de géolocalisation², mais aussi par des caractéristiques relatives au contexte, au contenu multimédia, et la mobilité de l'utilisateur. L'acceptabilité des nouveaux services ne sera efficace que si l'utilisateur a la possibilité d'y accéder n'importe où, en toutes circonstances technologiques, même dans les scénarii d'itinérance les plus complexes. Cette exigence d'utilisateur place les fournisseurs de services multimédia dans le cadre du défi important d'être en mesure de transformer leurs services afin de les adapter à une grande variété de contextes de livraison.

Les progrès dans les réseaux sans fil numériques de haute qualité et la diversité des services ont permis le développement d'applications multimédia mobiles qui peuvent s'exécuter dans les infrastructures globales. De ce fait et malgré les avancées technologiques, les applications multimédia mobiles présentent encore un défi important en raison des exigences en termes de stockage, bande passante, temps de calcul, et puissance.

2.2 Problématique et objectifs

Le tourisme est la plus grande industrie à travers le monde entier avec des chiffres pour les arrivées internationales qui devrait atteindre 1 561 millions en 2020. Le terme «tourisme» définit une préoccupation essentiellement moderne « Le voyage de loisirs » et son origine est associée avec Thomas Cook³ et l'expansion du chemin de fer. En effet, le début du tourisme moderne fut fondé sur une combinaison favorable de possibilités sociologiques et technologiques qui pour la première fois permettaient aux masses de voyager dans le seul but de se faire plaisir. L'expansion actuelle du tourisme est étroitement liée à la technologie, et dépend fortement de la capacité d'adaptation et de changement des compagnies de voyage. Grace à la mondialisation et les nouveaux moyens de transport, les voyages se sont de plus en plus intégrés dans la vie quotidienne, mais la contraction de l'espace-temps la pénurie des territoires inexplorés ont diminué le caractère distinctif de l'expérience touristique. Même si la passion atavique pour l'exploration et le voyage n'est pas susceptible de s'estomper, des facteurs externes comme la hausse des coûts de carburant, les règlements environnementaux - stricts, les différences de langue, de religion, et de culture rendent l'expérience du touriste

² La géolocalisation ou géoréférencement est un procédé permettant de positionner un objet (une personne, etc) sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques.

³ Thomas Cook (né le 22 novembre 1808 à Melbourne, Derbyshire et mort le 18 juillet 1892 à Bergen, Norvège) fut un homme d'affaires britannique et un pionnier du secteur touristique. Il est le fondateur du groupe touristique Thomas Cook.

similaire à une expédition en terrain hostile et le dissuaderait presque de prendre l'initiative du voyage.

Dans ce contexte, les technologies actuelles promettent d'améliorer les perspectives engendrées par un voyage en redéfinissant ce qu'il pourrait constituer pour le principal intéressé qui est « le voyageur ». Ainsi, l'objectif de notre travail est de concevoir **une application mobile** visant à initier un touriste dans une expérience multimédia interactive visant à améliorer son séjour. Et ce, en profitant des services (connectés, personnalisable, géo-localisés, et sensibles au contexte) offerts par le Cloud et les possibilités grandissantes de la technologie mobile.

2.3 Organisation du mémoire

Ce Mémoire est découpé en plusieurs chapitres et peut être divisé sous trois différentes parties, la première partie introduit la notion de l'informatique en nuage ou Cloud Computing en anglais (appelé Cloud tout au long du document), ensuite, la deuxième partie définit la notion de contexte en général puis dans l'informatique mobile, et finalement, la dernière partie met en place la conception de notre application.

Première partie : Cette partie fait d'abord une brève introduction au Cloud, en donnant une définition plus ou moins commune du Cloud ainsi que les caractéristiques de ce dernier, et on expose les technologies qui ont permis de construire ce paradigme et la subdivision architecturale de l'approche Cloud. Ensuite, elle met en vue la convergence des applications mobiles vers le Cloud et définit les plus communes des approches Cloud-Mobile.

Deuxième partie : Cette partie parle de la notion de contexte dans l'informatique, et donne quelques définitions relatives au contexte dans l'informatique, ensuite, introduit la notion de contexte en mobilité pour finalement parler de l'informatique sensible au contexte.

Troisième partie : Cette partie est consacrée à la conception de l'application, en premier lieu la motivation est exposée, ensuite, les besoins sont exprimés ainsi que les choix techniques, puis, la conception du système, l'architecture du système et son implémentation, et finalement la conclusion générale.

Parcours Bibliographique

2.4 Introduction

Dans ce chapitre nous allons introduire et mettre en valeur les notions constructrices de notre projet, tout d'abord Le Cloud Computing, qui ouvre la nouvelle ère de l'informatique sur demande. Puis, nous allons converger vers le Cloud Mobile Computing, et introduire la notion de contexte dans les environnements mobiles.

2.5 Le Mobile Cloud Computing

2.5.1 Définition Du Cloud

Le Cloud est souvent associé à l'infrastructure virtualisée ou le matériel sur demande, l'informatique utilitaire, l'externalisation informatique, les plateformes et logiciels en tant que service, et plusieurs autres notions qui sont maintenant au centre de l'industrie TIC⁴.

Le terme Cloud a toujours été utilisé dans l'industrie des télécommunications comme une abstraction des diagrammes des systèmes de réseau. Et est devenu le symbole du réseau informatique le plus populaire: Internet. Cette signification est aussi appliquée au Cloud Computing. L'internet joue un rôle fondamental dans le Cloud, car il représente soit le milieu ou la plate-forme à travers laquelle de nombreux services de Cloud sont livrés et rendus accessibles, cet aspect est aussi reflété dans la définition donnée par Armbrust et al. [1]:

« Le Cloud désigne à la fois les applications livrées en tant que services sur Internet et le matériel et logiciel système dans les centres de données qui fournissent ces services. »

Cette définition décrit le Cloud comme un phénomène touchant à l'ensemble de la pile: du matériel sous-jacent jusqu'aux services et applications logicielles de haut niveau. Elle introduit le concept de tout comme un service, principalement dénommé XaaS, où les différents composants d'une infrastructure système TIC, plates-formes de développement, bases de données, et ainsi de suite, peuvent être livrés, mesurés, et par conséquent, facturés en tant que services. Cette nouvelle approche influe considérablement non seulement sur la façon dont nous construisons le logiciel, mais aussi sur la façon dont nous le déployons, le rendons

⁴ Les notions de technologies de l'information et de la communication TIC (en anglais, Information and communication technologies, ICT) 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, musique, son, image, vidéo et interface graphique interactive (IHM).

accessible, et aussi sur la conception de notre infrastructure informatique, et même sur la façon dont les entreprises répartissent les coûts des besoins en technologies informatiques. L'approche favorisée par le Cloud est globale: elle couvre à la fois les besoins d'un seul utilisateur hébergeant des documents dans le Cloud et ceux d'un Directeur des Systèmes d'Information (DSI) qui peut décider de déployer une partie ou l'ensemble de l'infrastructure informatique de l'entreprise dans le Cloud. Cette notion de parties multiples utilisant un environnement partagée Cloud est mise en évidence dans une définition proposée par U.S.National Institute of Standards and Technology⁵ (NIST) [2]:

« Le Cloud est un modèle qui permet un accès réseau omniprésent, pratique, et sur demande à un ensemble partagé de ressources informatiques configurables (réseaux, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être provisionnés rapidement et libérés avec un effort de gestion minimale ou peu d'interactions avec le prestataire ».

2.5.2 Technologies Du Cloud

Le Cloud est née de l'intégration de plusieurs technologies avancées, des technologies qui ont marqué le monde informatique de manière conséquente, il s'agit notamment du parallélisme, de l'informatique répartie (distribuée), l'informatique utilitaire, la virtualisation et le logiciel comme un service. Le Cloud a graduellement évolué à partir de ces technologies, il est considéré dans l'industrie comme la synthèse de ces dernières, la figure 1 montre les technologies clés de cette évolution.

⁵ Le National Institute of Standards and Technology (qu'on pourrait traduire par « Institut national des normes et de la technologie »), aussi connu sous le sigle NIST, est une agence du Département du Commerce des États-Unis. Son but est de promouvoir l'économie en développant des technologies, la métrologie et des standards de concert avec l'industrie. Cette agence a pris la suite en 1988 du National Bureau of Standards, fondé en 1901 avec substantiellement les mêmes missions.

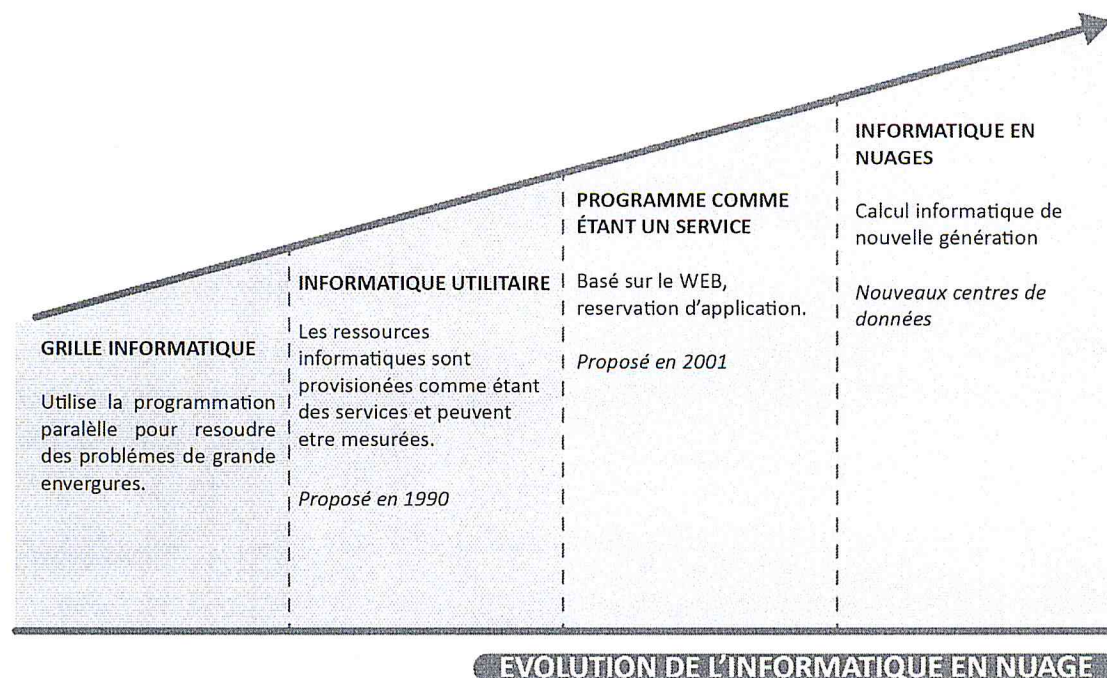


Figure 1: Evolution du Cloud

Parallélisme

Le parallélisme subdivise un problème de calcul scientifique sur plusieurs petites tâches informatiques, et gère simultanément ces tâches sur un ordinateur parallèle, en utilisant des méthodes de traitement parallèle pour résoudre rapidement des problèmes de calcul complexes. Le calcul parallèle est généralement utilisé dans les domaines qui nécessitent des performances de calcul élevées.

Grille informatique (Grid Computing)

Grid Computing est un modèle de calcul distribué⁶. La technologie informatique Grid intègre serveurs, systèmes de stockage et des réseaux distribués au sein du réseau pour former un système intégré et fournir aux utilisateurs informatique puissance et capacité de stockage. Pour les utilisateurs finaux du réseau ou des applications, la grille ressemble à une machine virtuelle avec des fonctionnalités puissantes. L'essence de l'informatique en grille est de gérer les ressources hétérogènes et faiblement couplés de manière efficace dans ce système distribué, et de coordonner ces ressources grâce à un planificateur de tâches afin qu'ils puissent effectuer des tâches spécifiques de calcul de coopération.

⁶ Le calcul distribué ou réparti ou encore partagé, est l'action de répartir un calcul ou un traitement sur plusieurs microprocesseurs et plus généralement toute unité centrale informatique.

Informatique utilitaire

L'informatique utilitaire est basée sur la prémisse que les ressources telles que les ressources de calcul et de stockage informatiques sont fournies en fonction des besoins des utilisateurs: les utilisateurs ne paient qu'en fonction de leur utilisation réelle. Le but de l'informatique utilitaire est de fournir des ressources informatiques tout en les facturant de la même façon que les fournisseurs d'eau et d'électricité. L'informatique utilitaire permet aux entreprises et aux particuliers d'éviter les grands investissements ponctuels, et d'avoir encore d'énormes ressources informatiques avec une réduction des coûts d'utilisation et de gestion de ces ressources. Le but de l'informatique utilitaire est d'augmenter l'utilisation des ressources, de réduire les coûts et améliorer la flexibilité dans l'utilisation des ressources.

Informatique ubiquitaire

Les promoteurs de l'informatique ubiquitaire (omniprésente) espèrent que l'informatique embarquée⁷ dans l'environnement ou dans des outils de tous les jours peut permettre aux gens d'interagir avec des ordinateurs plus naturellement. L'un des objectifs importants de l'informatique omniprésente est de permettre à l'équipement de détecter des changements dans l'environnement et de modifier les comportements en fonction de ces changements.

Virtualisation

La virtualisation est un terme large et, en termes d'ordinateurs, cela signifie généralement que les composants informatiques s'exécutent dans un environnement virtuel plutôt que dans un vrai. La technologie de virtualisation peut accroître la capacité du matériel et de simplifier le processus de reconfiguration du logiciel. La technologie de virtualisation de CPU⁸ peut simuler un multiprocesseurs en parallèle avec un seul CPU, peut permettre à une plate-forme d'exécuter plusieurs systèmes d'exploitation et applications, et peut exécuter plusieurs systèmes dans un espace indépendant sans en affecter d'autres; ce qui améliore considérablement l'efficacité de l'ordinateur.

2.5.3 Architecture Cloud

Les architectures Cloud peuvent être analysées à partir de deux perspectives différentes, à savoir, d'un point de vue organisation ou d'un point de vue technique. La vue de l'organisation, qui sera discutée dans la Section. « ***Services Cloud Computing (CCS)*** » fait

⁷ On désigne sous le terme informatique embarquée les aspects logiciels se trouvant à l'intérieur des équipements n'ayant pas une vocation purement informatique. L'ensemble logiciel, matériel intégré dans un équipement constitue un système embarqué

⁸ Le processeur (ou CPU de l'anglais Central Processing Unit, « Unité centrale de traitement ») est le composant de l'ordinateur qui exécute les instructions machine des programmes informatiques.

une distinction fondée sur la mesure dans laquelle sont séparés les utilisateurs des prestataires, tandis que la vue technique dans Section. « *Déploiement du Cloud dans la stratosphère* » est orientée vers des caractéristiques fonctionnelles. Ainsi, la vue de l'organisation correspond au modèle de déploiement et le point de vue technique pour les modèles de service tel que spécifié dans la définition du NIST [2].

Services Cloud Computing (CCS)

CCS offre un moyen d'externaliser les différents niveaux de l'administration du système impliqué dans une infrastructure informatique. Ces niveaux ou couches d'abstraction [1] comprennent: Infrastructure en tant que Service (IaaS), Platform en tant que Service (PaaS) et Software en tant que Service (SaaS). La catégorisation des trois modèles de services Cloud est largement acceptée aujourd'hui [3]. IaaS étant la couche la plus basse offre le plus de contrôle et de souplesse en termes de technologies de développement qui peuvent être utilisées. Cependant, il exige plus de travail d'entretien que les autres couches. PaaS et SaaS sont d'un niveau plus élevé et nécessitent moins d'entretien, mais ils offrent moins de contrôle sur la plate-forme de développement utilisée. Les fournisseurs de CCS facturent par un taux horaire la consommation de l'utilisation, ou la combinaison des services. Ce sont des compromis qui doivent être décidés de manière pragmatique en fonction du type d'application et des perspectives futures [4]. Ces services sont délivrés et consommés en temps réel sur internet [5].

Ce ne sont pas les seuls modèles de services Cloud qui ont été proposés: Stockage en tant que service (STaaS), données en tant que service (DaaS), et sécurité en tant que service (SECaaS) ont tous été proposé et ont leurs défenseurs. Pour la plupart, ce sont des variations des trois modèles de base [6].

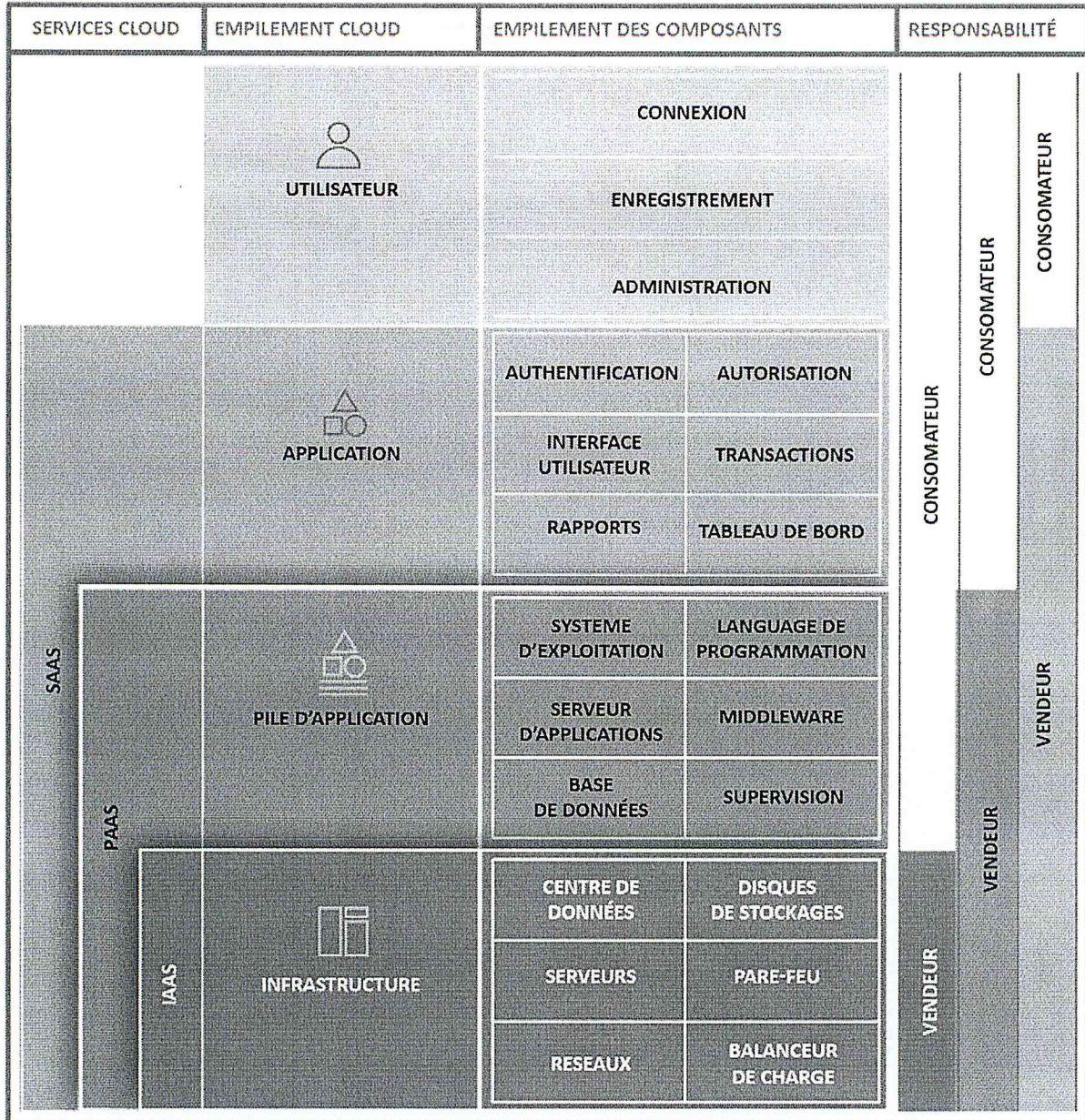
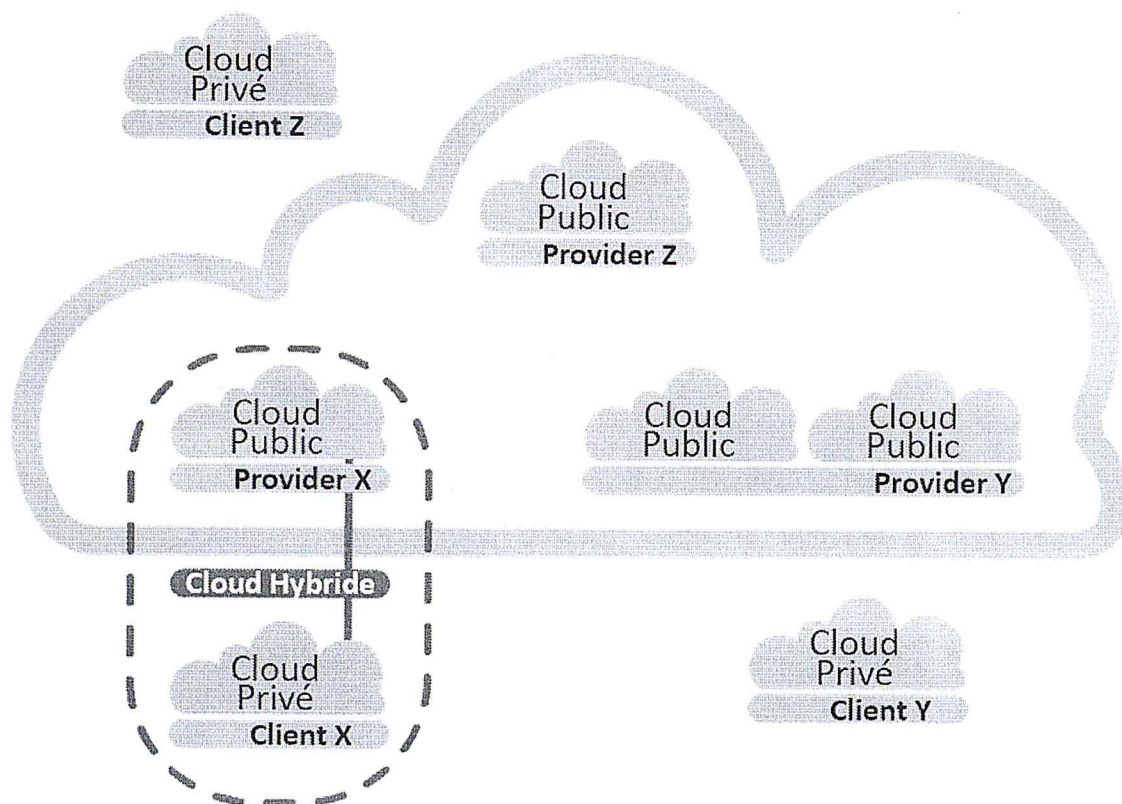


Figure 2: Empilement des services Cloud

Déploiement du Cloud dans la stratosphère

Indépendamment des modèles de services Cloud adoptés par les fournisseurs, le Cloud peut être fournis de différentes manières, ces modèles de déploiement Cloud peuvent



principalement être différenciées par les groupes d'utilisateurs accédant au Cloud, et par le degré avec lequel les ressources informatiques hébergeant le Cloud sont partagées entre les utilisateurs. Par rapport à l'accessibilité du Cloud [7], les types de déploiement du Cloud sont introduits par le NIST [2] : Cloud public – généralement accessible à tout le monde, Cloud privé – accessible uniquement par une seule institution, Cloud communautaire – accessible par un groupe contrôlé d'institutions, et Cloud Hybride – combinant tout ensemble des autres Cloud.

Figure 3: Déploiement du Cloud

2.5.4 Caractéristiques du Cloud

Les caractéristiques du Cloud sont largement inspirées des technologies intégrant ce nouveau paradigme⁹ et ceux résultant de l'intégration. Ces caractéristiques ont été mentionnées dans la définition NIST [2] du Cloud:

Libre-service à la demande : Un consommateur peut unilatéralement disposer des capacités de calcul, tels que le temps de serveur et de stockage en réseau, au besoin et automatiquement sans nécessiter l'interaction humaine avec chaque fournisseur de services.

Accès au vaste réseau : Les capacités sont disponibles sur le réseau et accessibles via des mécanismes standards qui favorisent l'utilisation des plates-formes clients légers¹⁰ ou lourds¹¹ hétérogènes (par exemple, les téléphones mobiles, tablettes, ordinateurs portables et postes de travail).

Mise en commun des ressources : Les ressources informatiques du fournisseur sont regroupées pour desservir plusieurs consommateurs en utilisant un modèle multi-locataires¹², avec des ressources physiques et virtuelles dynamiquement assignées et réaffectés en fonction de la demande des consommateurs. Il y'a un sens d'indépendance d'emplacement qui fait que le client n'a généralement pas de contrôle ou de connaissances sur l'emplacement exact des ressources fournies, mais peut être en mesure de préciser l'emplacement à un niveau d'abstraction plus élevé (par exemple, pays, état, ou centre de données). Ceci concerne par exemple les ressources de stockage, calcul, mémoire et bande passante réseau.

Rapide élasticité : Les capacités peuvent être réservées et libérées d'une manière élastique, dans certains cas automatiquement, afin de s'adapter rapidement vers l'extérieur et vers l'intérieur en rapport avec la demande. Pour le consommateur, les capacités disponibles pour le provisionnement semblent souvent être illimitées et peuvent être affectés dans n'importe quelle quantité à tout moment.

Service mesuré : Les systèmes Cloud contrôlent automatiquement et optimisent l'utilisation des ressources en tirant parti d'une capacité de mesure à un certain niveau

⁹ Un paradigme de programmation est un style fondamental de programmation informatique qui traite de la manière dont les solutions aux problèmes doivent être formulées dans un langage de programmation (à comparer à la méthodologie, qui est une manière de résoudre des problèmes spécifiques de génie logiciel).

¹⁰ Un client léger est un ordinateur qui, dans une architecture client-serveur, n'a presque pas de logique d'application. Il dépend donc surtout du serveur central pour le traitement.

¹¹ Un client lourd est un logiciel qui propose des fonctionnalités complexes avec un traitement autonome. La notion de client s'entend dans une architecture client-serveur. Et contrairement au client léger, le client lourd ne dépend du serveur que pour l'échange des données dont il prend généralement en charge l'intégralité du traitement.

¹² En informatique, multi-tenant, ou multi-entité désigne un principe d'architecture logicielle permettant à un logiciel de servir plusieurs organisations clientes (tenant en anglais, ou locataire en français) à partir d'une seule installation.

d'abstraction approprié pour le type de service (par exemple, le stockage, le traitement, la bande passante¹³, et les comptes d'utilisateurs actifs). L'utilisation des ressources peut être surveillée, contrôlée et rapportée, en assurant la transparence¹⁴ tant pour le fournisseur et le consommateur du service utilisé.

2.5.5 Le Mobile vers le Cloud Computing

Les appareils mobiles permettent aux utilisateurs d'exécuter des applications puissantes qui profitent de la disponibilité croissante de détection et une possibilité d'un meilleur échange de données intégrées entre appareils mobiles. En conséquence, les applications mobiles s'intègrent parfaitement aux flux de données en temps réel et aux applications Web 2.0¹⁵, comme les applications composites¹⁶ (mashups), les collaborations ouvertes¹⁷, les réseaux sociaux et le commerce mobile [8] [9]. La plate-forme d'exécution mobile est utilisée pour de plus en plus de tâches, par exemple, pour :

- jouer à des jeux.
- la capture, l'édition, l'annotation et le téléchargement de la vidéo
- la gestion des finances; gestion de la santé personnelle, les micro-paiements, achat de billets, en interaction avec les infrastructures informatiques omniprésents.

Même si le matériel de l'appareil mobile et les réseaux mobiles continuent d'évoluer et de s'améliorer, les appareils mobiles seront toujours pauvres en ressources, moins sûr, avec une connectivité instable, et avec moins d'énergie car ils sont alimentés par batterie. La pauvreté des ressources est un obstacle majeur pour de nombreuses applications [10]. Par conséquent, le calcul sur les appareils mobiles impliquera toujours un compromis.

Plusieurs chercheurs, [11] [12] [13], ont identifié les défis fondamentaux de l'informatique mobile. Les environnements informatiques mobiles sont caractérisés par des contraintes en matière de ressources graves et de fréquents changements de conditions de fonctionnement.

¹³ Dans le domaine des réseaux informatiques, spécialement les accès à internet à haut débit, on utilise le terme bande passante pour désigner le débit binaire maximal d'un canal de communication.

¹⁴ Dans les systèmes répartis, la transparence fait référence au fait d'adhérer à une interface externe, autant que possible, qui change alors un comportement interne

¹⁵ L'expression « Web 2.0 » désigne l'ensemble des techniques, des fonctionnalités et des usages du World Wide Web qui ont suivi la forme originelle du web1, caractérisée par plus de simplicité et d'interactivité.

¹⁶ Une application composite (ou mashup ou encore mash-up) est une application qui combine du contenu ou du service provenant de plusieurs applications plus ou moins hétérogènes.

¹⁷ Une Collaboration ouvertes (Open Collaboration) est un modèle de collaboration, d'innovation et de production. Il a été observé dans les logiciels open source, mais peut également être trouvée dans beaucoup d'autres cas, comme dans les forums internet, des listes de diffusion et communautés Internet. Open Collaboration est aussi pensé pour être le principe de fonctionnement soulignant une gamme de diverses entreprises, y compris Bitcoin, TEDx, et Wikipédia.

Les appareils mobiles ont intrinsèquement et continueront de disposer de ressources limitées comme la puissance de traitement, la capacité en mémoire, la taille d'affichage, et les formes d'entrée. Celles-ci ont été les facteurs de formation des approches existantes d'applications mobiles [14].

Avec la prolifération des appareils mobiles intelligents et des technologies du Cloud, l'informatique Cloud Mobile (MCC) [15] [16] [17] a émergé comme un nouveau paradigme de l'informatique pour construire les applications mobiles de prochaine génération. MCC promet d'apporter de nouvelles applications passionnantes au-delà d'applications de l'informatique mobile (MC) en combinant le Cloud [18] [2], l'informatique mobile [19] [20], et l'analyse de données [21].

2.5.6 Le Mobile Cloud Computing (MCC)

Le Cloud mobile n'est pas seulement un Cloud traditionnel, mais un concept de virtualisation qui s'est élargi à la technologie mobile. Il permet l'accès aux données créées et utilisées par un utilisateur et à un service de contenu par une plate-forme Cloud [22].

Avec la croissance explosive des applications mobiles, plates-formes et les exigences de l'utilisateur final, les limites de l'appareil mobile (par exemple, le calcul et la capacité de stockage, l'énergie, etc...) entravent de manière significative d'autres améliorations de la qualité de service d'application¹⁸ (QDS). Les mesures typiques de QDS comprennent l'expérience utilisateur, la fiabilité, la disponibilité du service et la confidentialité des informations [23]. Le Mobile Cloud Computing (MCC) vise à surmonter ces limitations en intégrant le Cloud dans l'environnement mobile pour permettre aux utilisateurs mobiles et les fournisseurs d'applications mobiles d'utiliser les ressources de manière élastique dans un mode à la demande. Le MCC a récemment attiré l'attention significative du milieu universitaire et industriel. Selon une étude récente de Heavy Reading¹⁹ [24], le chiffre d'affaires direct du marché du Cloud mobile va atteindre environ 68 milliards de dollars en 2017. Il devrait atteindre \$1 trillion pour l'ensemble du marché du Cloud mobile. Une prévision similaire a également été faite par ABI Research²⁰ [25], qui a prévu que le nombre d'abonnés mobiles du Cloud (comme les utilisateurs mobiles et les fournisseurs d'applications

¹⁸ La qualité de service (QDS) ou quality of service (QoS) est la capacité à véhiculer dans de bonnes conditions un type de trafic donné, en termes de disponibilité, débit, délais de transmission, gigue, taux de perte de paquets...

¹⁹ Heavy Reading, la division de recherche de Light Reading, propose une analyse approfondie des nouvelles tendances de télécommunications aux opérateurs de réseaux, les fournisseurs de technologie et les investisseurs.

²⁰ ABI Research est une société de renseignements sur le marché de la technologie, elle quantifie les marchés importants d'aujourd'hui, définit les technologies stratégiques de demain, et donne un aperçu sur la façon dont la technologie est adoptée dans les marchés verticaux.

mobiles) dans le monde devait augmenter rapidement au cours des cinq prochaines années, passant de 42,8 millions d'abonnés en 2008, (environ 1,1% de tous les abonnés mobiles) à plus de 998 millions en 2014 (près de 19%). ABI prévoit aussi que le Cloud mobile va bientôt devenir une force perturbatrice dans le monde mobile, et finalement la façon dominante avec laquelle les applications mobiles fonctionnent. Étant donné le battage commercial actuel et le fait qu'il y'a diverses manières de faire coopérer le Cloud et les applications mobiles, il n'est pas surprenant qu'il n'y ait pas de définition claire, unique et largement reconnue de MCC; en raison de son champ d'application il ne peut pas être correctement défini [26].

2.5.7 Architecture d'application Mobile Cloud Computing

L'architecture d'application Mobile Cloud Computing (MCC) se compose principalement de trois couches [27] (voir Figure 1):

A. Couche présentation

Cette couche de présentation se compose des éléments suivants:

Micro-navigateur : Un navigateur mobile, appelé aussi mini-navigateur ou le navigateur Internet sans fil (WIB), qui est un navigateur web conçu pour une utilisation sur un appareil mobile tel qu'un téléphone mobile ou PDA²¹. Les navigateurs mobiles sont optimisés de façon à afficher un contenu Web le plus efficacement possible pour les petits écrans des appareils portables.

Email Client : C'est une application qui est spécifiquement conçu pour accéder aux serveurs de messagerie à distance, récupérer le courrier de leur part puis le manipuler. Les exemples populaires de ces derniers sont Microsoft Outlook et Thunderbird.

OS mobile : Un système d'exploitation mobile, aussi appelé plate-forme mobile, ou un système d'exploitation de poche, qui est le système d'exploitation qui contrôle un appareil mobile, similaire dans son principe à un système d'exploitation tel que Linux ou Windows qui contrôle un ordinateur de bureau ou ordinateur portable.

B. Couche Application

²¹ Un assistant numérique personnel, un pocket PC, ou un agenda électronique est un appareil numérique portable, souvent appelé par son sigle anglais « PDA » pour « Personal Digital Assistant ».

La couche d'application se concentre essentiellement sur les différents services offerts par un groupe de fournisseurs de services. Les plus importants sont: Google Apps Engine [28], Amazon Web Services [29], Facebook Developers [30], IBM BlueMix [31], Microsoft Azure [32], etc.

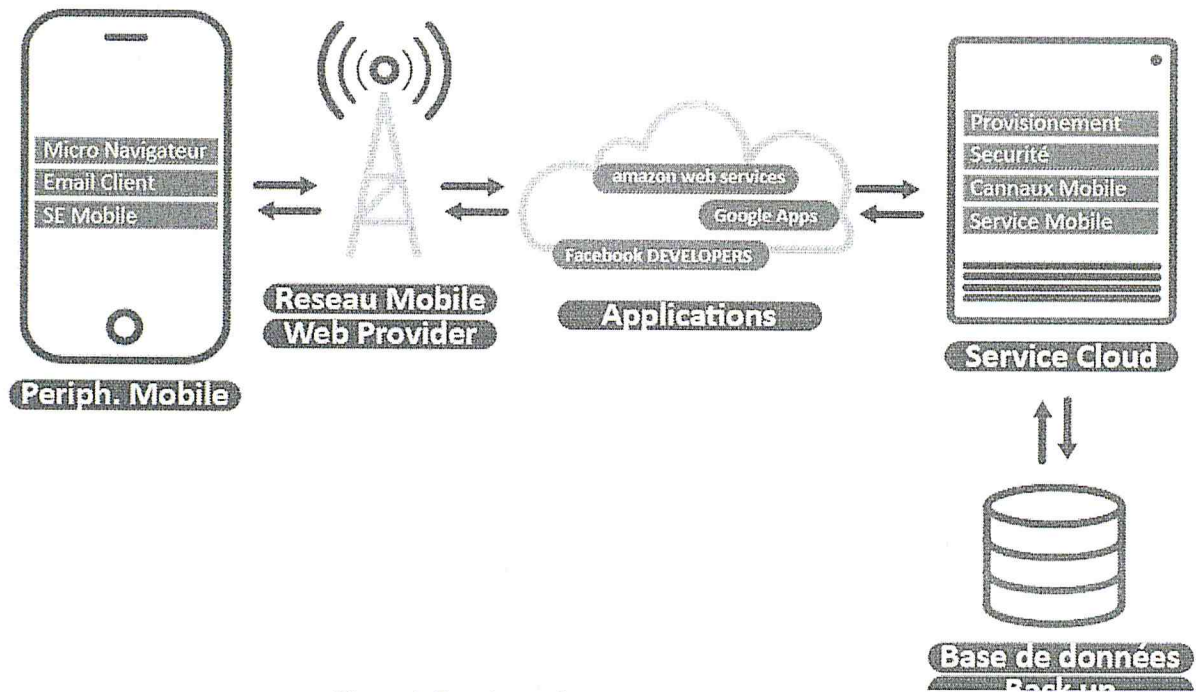


Figure 4: Représentation des couches d'architecture MCC

C. Couche Base de Données

En MCC le stockage de données ainsi que leur traitement se produisent en dehors du dispositif mobile c.-à-d. lorsque nous avons combiné le concept de Cloud avec l'environnement mobile. Dans le scénario MCC toute la puissance de calcul et de stockage de données déménage dans le Cloud Mobile. MCC ne fournit pas de prestations que pour les utilisateurs de téléphones intelligents, mais aussi aide un plus large éventail d'abonnés mobiles. Les bases de données non seulement stockent les données d'abonnés, mais permettent également la récupération.

Le serveur Cloud est responsable des choses suivantes :

Provisionnement de périphérique : Chaque fois qu'un abonné s'inscrit à un service à large bande²², un processus initial appelé provisionnement de l'appareil a lieu, le dispositif utilisé pour accéder à un service est «enregistré» par le fournisseur. Lors du redémarrage ou pendant

²² Le Service large bande de transmission de données, ou SMDS (pour Switched Multimegabit Data Service) est utilisé pour les réseaux métropolitains et aussi en tant qu'interface d'accès à l'ATM dans le but de transmettre des données informatiques.

le dépannage une partie ou la totalité du processus d'approvisionnement de l'appareil peut être répété.

Sécurité : Protège la vie privée de l'utilisateur et la sécurité des applications et des données de ceux qui recherchent des profits illicites ou avec une intention malveillante. Elle est essentielle pour établir et maintenir la confiance des consommateurs dans la plate-forme mobile pour la protection de la vie privée et des données et plus encore comme un moyen sûr pour effectuer des transactions commerciales.

Canal mobile : Les Caractéristiques Canal Mobile introduisent les principaux phénomènes de transmission de la communication mobile et personnel - celles qui affectent la conception des modems, des simulateurs de canaux, les antennes intelligentes, et d'autres composants du système au niveau physique.

Services mobiles : Les services développeur de mobiles sont fournis par différents prestataires de services comme Facebook Developers [30], Amazon Web Services [29], IBM [31] etc.

2.5.8 Approches d'application Cloud-Mobile

Ces architectures sont conçues pour utiliser les nouvelles fonctionnalités d'appareils mobiles et satisfaire les nouveaux besoins des applications mobiles.

Architectures Mobile Client-Serveur

Les appareils mobiles, tels que les smartphones²³, ont permis des expériences utilisateur riches avec accès à Internet, Global Positioning System²⁴ (GPS), des capteurs et des applications diverses. Ils sont devenus naturellement un point pour une explosion du nombre d'utilisateurs mobiles de services Cloud pour effectuer les opérations de calcul intensif qui sont au-delà des capacités des téléphones mobiles. Une idée simple pour aider les utilisateurs mobiles avec le Cloud est d'appliquer le modèle client-serveur classique pour les applications mobiles. Dans ce modèle, les téléphones portables fonctionnent comme des clients légers dans le sens où ils sont similaires à un ordinateur client ordinaire qui ne fournit qu'une interface utilisateur (IU) pour parcourir un serveur, et les serveurs du Cloud exécutent toutes les applications. Le téléphone mobile sollicite la puissance de calcul du Cloud, afin d'exécuter des opérations gourmandes en ressources, de la même façon qu'un client qui interagit avec un

²³ Un smartphone, ordiphone ou téléphone intelligent, est un téléphone mobile évolué disposant des fonctions d'un assistant numérique personnel, d'un appareil photo numérique et d'un ordinateur portable. La saisie des données se fait le plus souvent par le biais d'un écran tactile ou, plus rarement d'un clavier ou d'un stylet.

²⁴ Le Global Positioning System (GPS) est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial. En 2011, il est avec GLONASS, un système de positionnement par satellites entièrement opérationnel et accessible au grand public.

serveur web classique. Cependant, ce modèle client-serveur traditionnelle ne prend pas parti des smartphones et néglige un grand nombre des nouvelles et uniques caractéristiques qu'ils possèdent.

Une caractéristique principale qui concerne les smartphones outre que les téléphones mobiles traditionnels et les ordinateurs de bureau est leur sensibilité au contexte en ce qui concerne l'informatique mobile. La sensibilité au contexte est activée par des capteurs sur les smartphones. En particulier, le cadre comprend trois volets: cadre spatial, le contexte de l'activité, et le contexte de groupe [10]. Le contexte spatial est récolté par le capteur GPS et le service de géolocalisation du téléphone (LBS²⁵). Il fournit l'emplacement actuel et la trace de mobilité passée aux applications mobiles. Le contexte d'activité représente les activités de l'utilisateur, par exemple, s'il est au volant, fait du shopping, ou parle. L'information de l'activité permet de personnaliser des applications mobiles pour fournir des fonctionnalités nécessaires à l'utilisateur. Le contexte de groupe représente les dispositifs et les utilisateurs mobiles environnants. C'est la collection de leur contexte d'activité qui permet aux applications mobiles d'interagir avec d'autres appareils mobiles à proximité. Ainsi, le contexte fournit des informations supplémentaires pour les fournisseurs de services afin qu'ils puissent effectuer des calculs en fonction des besoins des utilisateurs mobiles compte tenu de leur contexte.

Une autre caractéristique qui rend le Cloud Mobile différent du modèle traditionnel de l'informatique client-serveur est que les utilisateurs mobiles exigent le calcul sur les serveurs Cloud. Même si les applications mobiles peuvent être exécutées sur les serveurs de Cloud, ce sont les appareils mobiles qui décident comment exécuter des applications mobiles. Quand un appareil mobile exécute une application, il identifie la partie de calcul intensif de la demande, et la partie se décharge sur le serveur Cloud pour le traitement. Les serveurs Cloud sont généralement considérés comme des transformateurs secondaires et des espaces de stockage qui fournissent des ressources informatiques supplémentaires pour exécuter les applications mobiles. La coordination de cette informatique « déchargée » est principalement contrôlée par les appareils mobiles.

²⁵ (LBS) Services basés sur la localisation SBL (Angl. LBS Location-based services) sont une catégorie générale de services au niveau des programmes informatiques qui utilisent des données de localisation pour contrôler les fonctions

Pour répondre aux nouvelles exigences de l'informatique mobile et exploiter les nouvelles fonctionnalités des appareils mobiles, deux types de nouvelles architectures client-serveur ont été proposés pour charger les applications mobiles dans le Cloud. Une architecture est basée sur un ensemble clone²⁶ d'image [33], qui est illustrée sur la Figure 5. Un clone du mobile téléphone est créé dans le Cloud. L'état du téléphone et le clone sont synchronisés périodiquement ou à la demande. Pendant l'exécution d'une application, si le téléphone détecte un bloc de calcul qui doit être exécuté dans le Cloud, le processus d'application sur le téléphone entre dans un état de sommeil. Le processus est ensuite poursuivi dans le Cloud. Quand le Cloud termine l'exécution, il met à jour l'état du téléphone. Puis, le téléphone reprend le processus de demande.

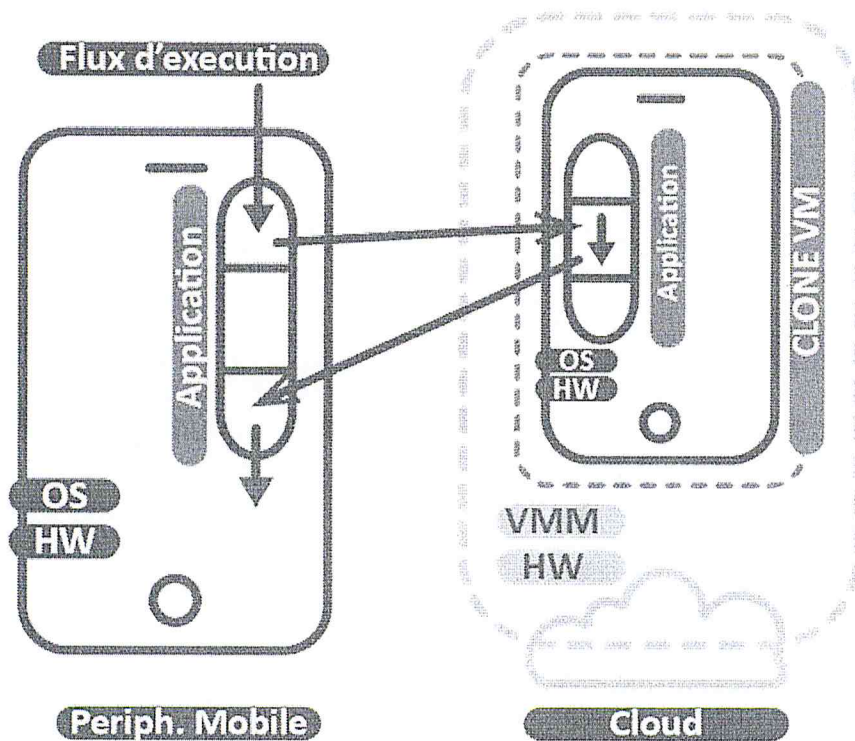


Figure 5: Architecture MCC Client-serveur, image clone.

Au lieu de cloner l'image complète d'un téléphone, une autre architecture modularise les applications mobiles et insère une couche logicielle intermédiaire entre les applications et les systèmes d'exploitation du téléphone [26]. L'architecture est illustrée sur la Figure 6. Une application mobile est divisée en plusieurs modules en fonction de leurs fonctionnalités. Les données et les dépendances de fonctionnalité sont ajoutées comme bords entre modules. Les modules sont ensuite étiquetés comme mobile ou non mobile en fonction de leurs demandes de ressources, tels que les besoins de calcul, les besoins de stockage, et les montants des

²⁶ Le mot clonage désigne l'action d'isoler un objet, un être, et de le multiplier à l'identique.

interactions. Parce que les modules mobiles peuvent migrer entre les appareils mobiles et le Cloud, les applications mobiles sont appelées applications élastiques. Des algorithmes de séparation statique et dynamique ont été développés pour optimiser le rendement du téléchargement [13, 14, 26]. Les modules mobiles sont téléchargés dans le Cloud lorsque les appareils mobiles ne peuvent pas les exécuter avec leurs ressources. Le middleware²⁷, nommé gestionnaire élastique, gère la migration des données et le code associés aux modules téléchargés.

Le gestionnaire élastique peut être construit au-dessus d'un service Web [10], et en conséquence les modules d'application deviennent weblets²⁸. Les appareils mobiles demandent la migration et l'exécution des weblets à travers des requêtes Web étendues. Le

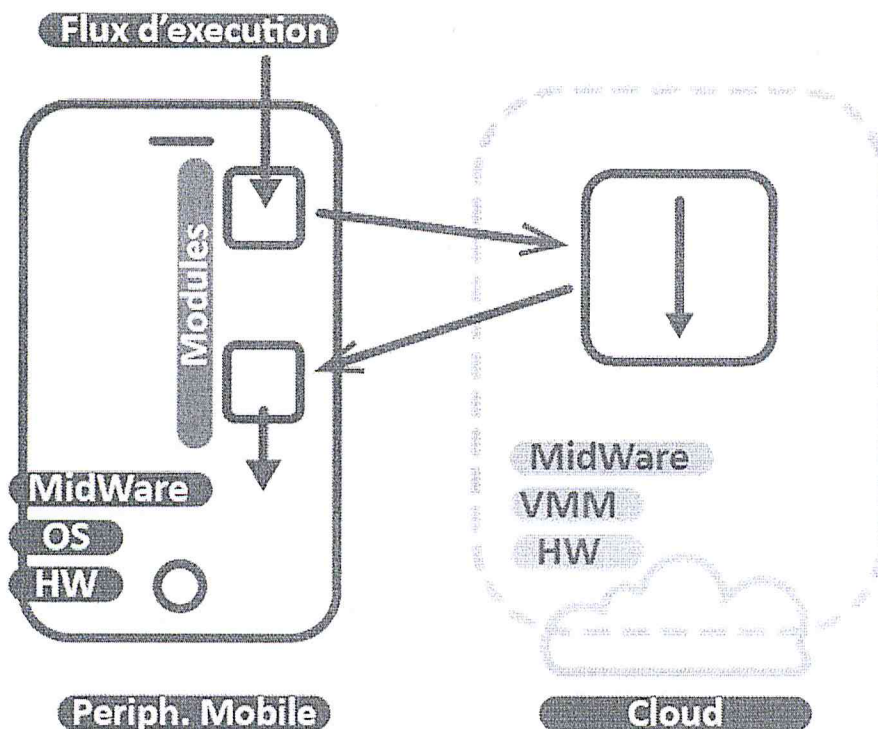


Figure 6: Architecture MCC client-serveur, partitionnement de code.

²⁷ En architecture informatique, un middleware (anglicisme) ou intergiciel est un logiciel tiers qui crée un réseau d'échange d'informations entre différentes applications informatiques.

²⁸ Une Weblet est une partie très interconnectés du World Wide Web consacré à une fin particulière, généralement maintenu par une seule personne ou organisme et situé sur un site unique."

gestionnaire de l'élasticité peut également être construit comme machine virtuelle Java²⁹ (JVM) fondé comme framework³⁰ modulaire [34], et les modules d'application sont des objets qui peuvent être chargés et exécutés comme une classe Java dans ce cadre.

Architectures Cloudlet

Bien que l'architecture Cloud client-serveur puisse prendre en charge les besoins de l'informatique mobile, elle est affectée par la limitation inhérente des liens d'accès aux appareils mobiles. La limitation fondamentale est la latence du réseau. Dans le Cloud, les appareils mobiles interagissent avec les serveurs Cloud à travers de réseaux sans fil étendus (WWAN)³¹ et l'Internet. Les applications mobiles interactives s'exposent à des effets non négligeables de délai³² et de gigue³³ présents sur ces réseaux. Ce retard et la gigue résultent largement sur l'impact négatif de la perception de l'utilisateur et son engagement cognitif. Un autre temps de latence est engagé dans les transferts de données en vrac et de code sur la largeur de bande limitée WWAN.

²⁹ La machine virtuelle Java (en anglais Java virtual machine, abr. JVM) est un appareil informatique fictif qui exécute des programmes compilés sous forme de bytecode Java.

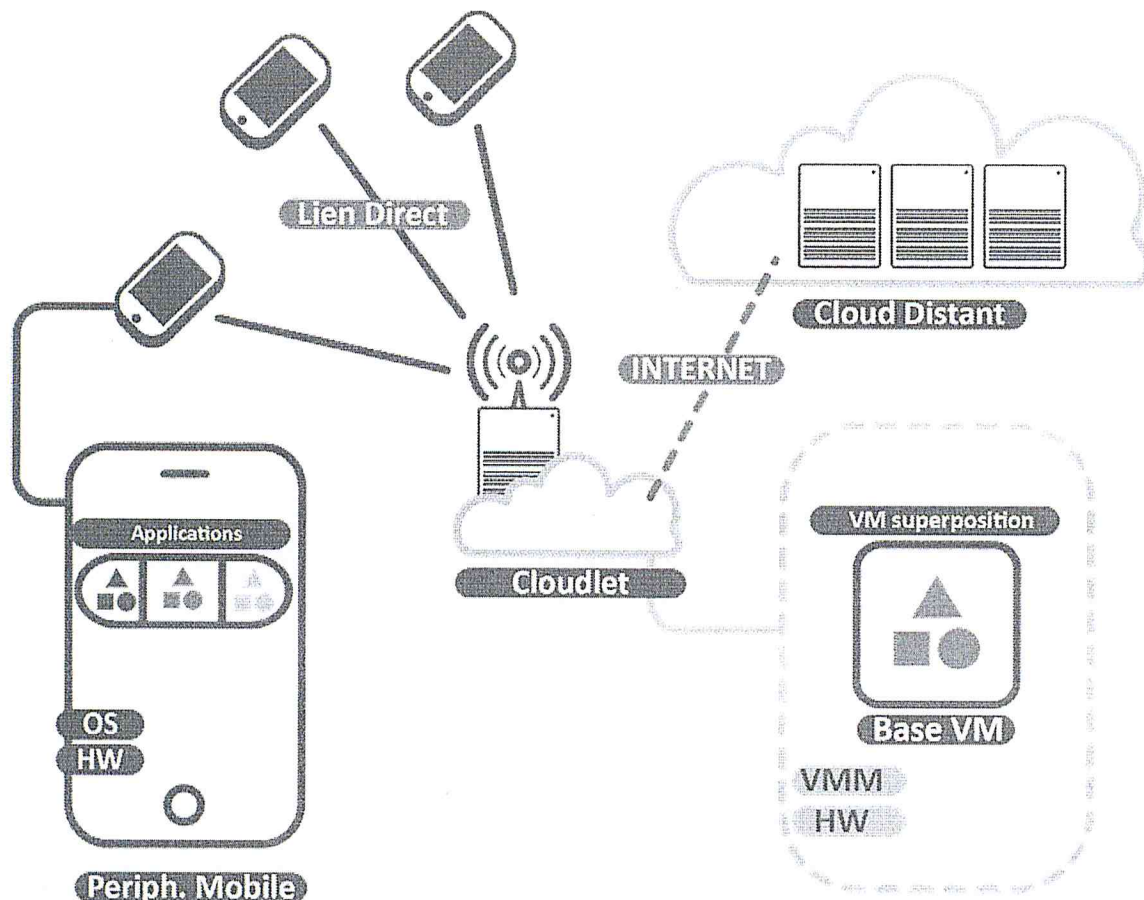
³⁰ En programmation informatique, un framework ou structure logicielle est un ensemble cohérent de composants logiciels structurels, qui sert à créer les fondations ainsi que les grandes lignes de tout ou d'une partie d'un logiciel (architecture).

³¹ Les réseaux étendus sans fil (WWAN pour Wireless Wide Area Network) sont également connus sous le nom de réseaux cellulaires mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil.

³² La latence (ou délai de transit, ou retard) est un délai minimum de transmission dans les communications informatiques (on trouve parfois l'anglicisme lag). Il désigne le temps nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination à travers un réseau.

³³ Gigue – Paramètre indiquant la variance d'une distribution. La gigue d'un réseau, ou plutôt du temps de réponse d'un réseau, permet de savoir si les paquets arrivent à peu près régulièrement ou au contraire très irrégulièrement [43].

Même si les technologies à large bande sans fil ont été grandement améliorées, la bande passante du WWAN est encore nettement inférieure à la largeur de bande de réseau local sans



fil (WLAN³⁴). Le temps de transfert de données en vrac est encore loin d'être satisfaisante en WWAN. Pour surmonter la limitation de latence avec de puissants mais distants serveurs Cloud, une nouvelle architecture de Cloudlet (petit Cloud) fut proposée: un petit Cloud riche en ressources est déployé à proximité des utilisateurs mobiles. L'architecture est illustrée sur la Figure 7. Un petit Cloud est composé d'ordinateurs puissants ou un cluster qui a des capacités de calcul et de puissance suffisantes. Il fournit un service en Cloud pour les appareils mobiles sur une large bande passante d'accès sans fil tels que le Wi-Fi³⁵.

Figure 7: Architecture MCC Cloudlet

³⁴ Un réseau sans fil (en anglais : wireless network) est un réseau informatique ou numérisé qui connecte différents postes ou systèmes entre eux par ondes radio. Il peut être associé à un réseau de télécommunications pour réaliser des interconnexions entre nœuds.

³⁵ Le Wi-Fi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, smartphone, décodeur Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux.

Quand un appareil mobile a besoin d'un petit Cloud pour exécuter une application, le dispositif mobile produit une superposition VM³⁶ pour l'application. La superposition VM contient un état mou³⁷ (soft state) de l'exécution de l'application. Ensuite, le dispositif délivre la superposition VM au petit Cloud. Le petit Cloud est préinstallé avec une VM de base qui a le minimum de composants de base du système, mais peut prendre en charge la plupart des applications en cours d'exécution. Le petit Cloud fusionne la superposition avec la base et puis exécute l'application de l'état stocké dans la superposition VM. Une fois que le travail est fait, le petit Cloud renvoie les résultats à l'appareil mobile et rejette la superposition VM.

Architectures Ad Hoc³⁸ Mobile Cloud

Bien que les deux premières architectures Cloud pour l'informatique mobile soient prometteuses dans la gestion et l'exécution d'applications pour les appareils mobiles, elles ont besoin d'une infrastructure pour héberger le service de Cloud et pour fournir l'accès aux périphériques mobiles. Il n'est pas rare que l'accès à de telles infrastructures puisse être indisponible pour les utilisateurs mobiles dans diverses circonstances. Par exemple, lors d'une catastrophe naturelle (par exemple, un ouragan) qui détruit une partie de l'infrastructure, les appareils mobiles peuvent difficilement accéder aux services autres que de se détecter les uns les autres par Bluetooth³⁹ et Wi-Fi dans un mode ad hoc. L'accès au service en Cloud peut également être trop cher à cause d'une infrastructure coûteuse, en particulier dans les zones où seules les liaisons de données sans fil à coût élevé (par exemple, liaison cellulaire ou liaison par satellite) sont disponibles. Considérant que le volume de données en vrac et de code pour être déchargé est beaucoup plus élevé que la quantité de données vocales, le coût d'exécution Cloud via ces liaisons sans fil à coût élevé peut largement réduire les avantages obtenus à partir des services Cloud.

Une nouvelle solution de Cloud mobile ad hoc a été proposée pour résoudre les problèmes soulevés lorsqu'aucun accès aux services de Cloud n'est plus disponible. La solution est particulièrement adaptée aux besoins des utilisateurs mobiles qui se trouvent dans des endroits proches et partagent des activités communes. Par exemple, quand un touriste visite les

³⁶ En informatique, une machine virtuelle (anglais virtual machine, abr. VM) est une illusion d'un appareil informatique créée par un logiciel d'émulation.

³⁷ Les états mous (soft-state), qui sont créés par des requêtes ou par des activités, puis maintenus par des rafraîchissements périodiques ou par des activités et relâchés par une inactivité ou par un manque de rafraîchissement périodique. Un temporisateur peut mettre fin à l'état mou. Les tables de routage forment des états mous [43].

³⁸ Les réseaux ad hoc sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement. Par exemple d'un équipement à un autre sans infrastructure (point d'accès).

³⁹ Bluetooth est un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance et utilisant des ondes radio UHF. Son objectif est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant des liaisons filaires

musées, il peut trouver des intérêts dans la description des expositions. Il peut prendre des photos d'un texte et exécuter le logiciel de reconnaissance puis il le stocke sur son téléphone portable. Cependant, le traitement de l'ensemble du texte nécessite plus de ressources informatiques que les capacités du téléphone. Il sollicite ensuite l'aide des touristes à proximité - d'autres touristes peuvent être intéressés par la description- Ainsi, ils forment un réseau ad hoc utilisant la communication Wi-Fi à faible coût et effectuent la reconnaissance du texte. Le texte reconnu est ensuite stocké sur leurs téléphones.

L'architecture de Cloud Mobile ad hoc est illustrée sur la Figure 8. Pour soutenir ce genre d'activités de groupe de localisation délimitée. L'architecture se compose de quatre éléments principaux : la gestion des ressources, des applications, des contextes, et de déchargement vers le Cloud. Le *gestionnaire de ressources* fait le profil des besoins des applications et surveille la ressource disponible. Ces profils ainsi que les informations des ressources actuelles sont vérifiées lors de l'exécution d'une application pour décider si un soutien du Cloud est nécessaire. Le *gestionnaire d'application* gère le chargement et l'exécution d'applications. Si le Cloud est nécessaire pour lancer une application, le gestionnaire ajoute des informations supplémentaires à la demande de déchargement. Le gestionnaire de contexte surveille l'emplacement et le nombre d'appareils mobiles dans le voisinage. Cette information de contexte fournit des traces de mobilité des dispositifs et construit des relations sociales entre eux. Le *gestionnaire de déchargement* des partitions, envoie et gère les emplois des appareils mobiles vers d'autres appareils. Il traite et gère également les travaux reçus d'autres appareils.

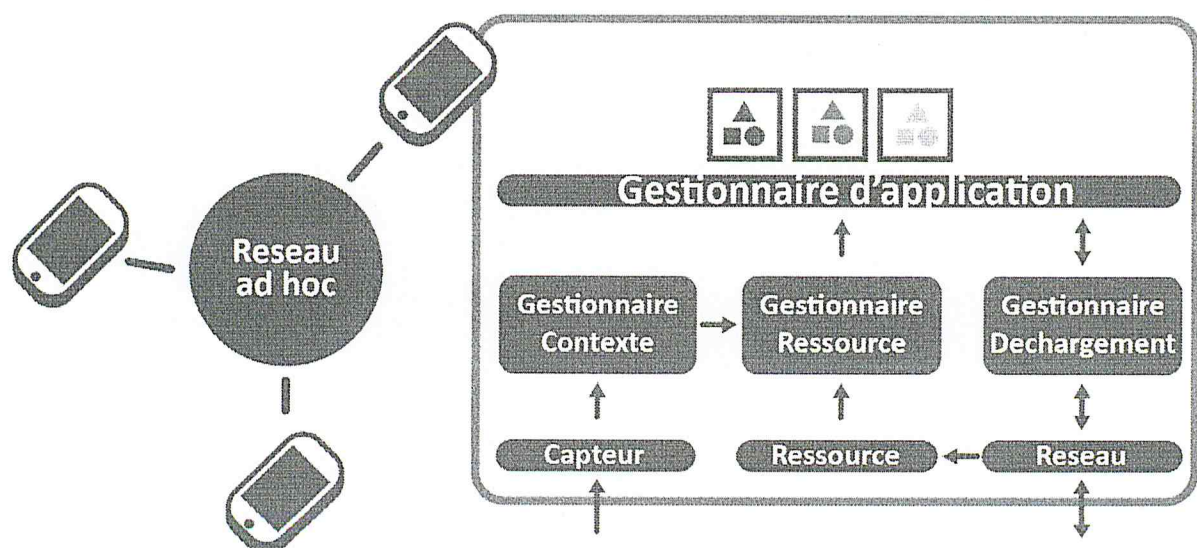


Figure 8: Architecture MCC ad hoc.

2.6 La notion de contexte dans l'informatique mobile

2.6.1 Définitions relatives au contexte

La définition du contexte [35] [36] est une étape primordiale pour la construction d'un système sensible au contexte. En général, le contexte est défini comme l'ensemble des informations qui caractérisent l'environnement qui entoure une activité. Pourtant une définition concrète et pragmatique qui délimite et distingue les informations de contexte des autres informations de l'application et qui éclaircit le rôle et l'utilité de ces informations de contexte n'a pas encore été développée [35]. En effet, plusieurs définitions de la notion de contexte existent depuis les années 90 [36] [35]. L'une des plus pertinentes a été celle donnée par Dey A. K. Selon lui, le contexte est « toute information qui peut être utilisée pour caractériser la situation d'une entité, une entité pouvant être une personne, un lieu ou un objet qui est considéré comme approprié dans l'interaction entre un utilisateur et une application (les deux inclus) » [37]. Ici, le « lieu » correspond à des espaces géographiques comme les chambres, les bureaux, les immeubles ou les rues ; une « personne » peut être un individu ou un groupe d'individus géographiquement dispersés ou réunis ; un « objet » fait référence soit à un objet physique, soit à un composant logiciel. Pour (Schilit et al., 1994) [38], le contexte d'un utilisateur se définit par le lieu, les identités des objets et personnes voisines et tous les changements sur ces objets [38]. (Brown et al. 1997) [39] caractérise le contexte par le lieu, l'identité des personnes autour de l'utilisateur, le moment de la journée, la saison, la température, etc. La notion de conscience du contexte (ou sensibilité au contexte) a été introduite par (Schilit et al., 1994) [38] comme étant l'habilité qu'ont les applications mobiles à découvrir et réagir aux changements de l'environnement où elles sont localisées. D'autres comme (Pascoe et al., 1998) [40] ou encore (Dey, 1998) [37] ont rajouté des critères comme l'heure, l'identité de l'utilisateur, son état émotionnel, son degré d'attention et son orientation. Ces définitions demeurent peu efficaces dans la mesure où elles ne sont pas assez générales. En effet, elles sont faites à partir d'exemples d'informations de contexte et tant qu'un élément n'est pas listé dans la définition, il est difficile d'appliquer cette dernière pour dire si oui ou non le dit élément fait partie du contexte. Certaines définitions se sont davantage basées sur les synonymes. (Ward et al. 1997) [41] diront par exemple que le contexte est l'état de l'environnement de l'application.

2.6.2 L'informatique mobile et le contexte en mobilité

Ces dernières années, de nombreux travaux ont été réalisés sur la conception et la réalisation d'applications sensibles au contexte dans plusieurs domaines d'application, comme la domotique⁴⁰, le domaine de la santé, du tourisme ou encore des loisirs. Ces travaux ont surtout porté sur la modélisation du contexte avec développement d'un prototype pour le domaine concerné, ou sur l'élaboration d'un « middleware » sensible au contexte. Dans des travaux plus récents, le contexte spatial, qui se réduit à la variable « localisation », est exploité dans le cadre de la mobilité [36]. Edoh-alové décrit deux de ces modèles [42]:

Le premier modèle de contexte en mobilité proposé par (George et Lekira, 2009) [43] a été conçu pour définir le contexte des utilisateurs d'applications de communication en mobilité. Ils ne se concentrent pas seulement sur l'utilisateur mais ils prennent aussi en compte sa localisation, l'appareil, etc. Le modèle est ainsi basé sur la définition de six dimensions clés : le profil utilisateur, l'activité, l'appareil, l'environnement, la localisation et le temps. Un vecteur de 6 variables est alors utilisé pour représenter ce contexte : « <User's Profile, Activity, Device, Environment, Location, Time> » ce qui amène à considérer comme contexte i la variable $C_i = \langle U_i, A_i, D_i, E_i, L_i, T_i \rangle$. Ces dimensions sont définies de la manière suivante :

Profil Utilisateur (User's Profile) : cette dimension prend en compte les informations tant personnelles que professionnelles comme le profil général (nom, âge, profession, intérêt, etc.), les préférences, ou encore la culture... etc

Activité (Activity) : Cette dimension décrit ce que l'utilisateur fait, ses buts et ses disponibilités.

Appareil (Device) : L'appareil utilisé a une incidence sur le contexte de l'utilisateur. Aussi, cette dimension prend en compte les informations comme le type de l'appareil (PDA, Smartphone, Ordinateur de bureau... etc), les possibilités de connexion, la vitesse de la connexion, l'espace mémoire, la taille de l'écran, le type d'entrée/sortie, etc.

Environnement (Environment) : l'environnement de l'utilisateur est pris en compte dans le contexte car quand les utilisateurs effectuent une tâche ou une activité, ils peuvent interagir avec leur environnement. L'environnement fait référence à quatre parties

⁴⁰ La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.).

distinctes qui sont l'environnement social (ensemble des personnes proches de l'utilisateur), l'environnement technique (ensemble des appareils électroniques proches de l'utilisateur), l'environnement relatif (ensemble des places proches de la localisation courante de l'utilisateur) et l'environnement ambiant (température, bruit, luminosité, etc.).

Localisation (Location) : cette dimension indique la situation géographique de l'utilisateur et la position relative des utilisateurs les uns par rapport aux autres. Cette localisation peut être logique (URL⁴¹ par exemple) ou physique (coordonnées GPS, etc.).

Temps (Time) : Cette dimension apporte la notion de durée à un contexte. Par exemple, il peut décrire le début et la fin d'un contexte particulier.

Le deuxième exemple de modèle de contexte en mobilité est celui élaboré par (Tan et al., 2009) [44] connu sous le nom de TILES (Temporal, Identity, Location, Environmental and Social). TILES est un modèle de classification et d'utilisation d'informations contextuelles dans des applications conscientes du contexte. Le groupe a répertorié quarante-deux (42) propriétés de contexte, relevées dans la littérature associée essentiellement aux études de l'exploitation du contexte dans le domaine du tourisme en mobilité, et les a classées suivant le dit modèle. Ce modèle de classification, peut cependant être adapté à tout autre domaine d'application.

Pour aboutir à ce modèle de classification, le groupe a d'abord fait une typologie des différentes applications rencontrées dans la littérature et des contextes identifiés pour ces dernières. Cette catégorisation s'est faite sur les domaines touchés à savoir le domaine médical, le domaine de l'apprentissage ludique, de la bureautique et du tourisme ainsi que sur les critères. Ils ont donc fait ressortir comme catégories de critères la position, le temps, l'identité, l'environnement, l'environnement social, le réseau, l'activité, l'appareil, la physiologie et l'aspect cognitif. Ensuite, les propriétés adoptées en général dans le domaine du tourisme ont été relevées en se basant non seulement sur la revue de littérature, mais aussi sur les brochures touristiques et les sites web de tourisme. Pour chaque propriété, la catégorie correspondante est identifiée. Les catégories qui ont été finalement retenues pour encapsuler la quarantaine de critères les plus pertinents sont : Temps (T), Identité (I), Localisation (L), Environnement (E), Social (S). Ils constituent le modèle de classification TILES présenté dans le Tableau 1.

⁴¹ Le sigle URL (de l'anglais Uniform Resource Locator, littéralement « localisateur uniforme de ressource »), auquel se substitue informellement le terme adresse web, désigne une chaîne de caractères utilisée pour adresser les ressources du World Wide Web : document HTML, image, son, forum Usenet, boîte aux lettres électronique, entre autres. Les URL constituent un sous-ensemble des identifiants uniformisés de ressource (URI). La syntaxe d'une URL est décrite dans la RFC 3986.

Tableau 1: Modèle descriptif (détaillé) TILES pour les propriétés de l'information [36].

T	<ul style="list-style-type: none"> • Date et heure courantes, saisons de l'année • Derniers évènements survenus, évènements de l'année
I	<ul style="list-style-type: none"> • Intérêt de l'utilisateur, but du voyage, durée du séjour • Profil-Nom, date de naissance et âge • Attractions déjà visitées, nombre de visites effectuées • Date de dernière visite • Type de nourriture-boisson, cuisine préférée • Langue préférée, niveau d'information préféré • Tendance de recherche de renseignements • Fourchette de prix préférée • Programme de visite • Activité courante, envies • Statut de l'utilisateur (libre ou occupé) • Temps libre des touristes, temps acceptable d'attente • Mode de transport préféré • Niveau de qualité préféré (qualité de service, quantité de part de nourriture) • Niveau de sécurité/ hygiène acceptable
L	<ul style="list-style-type: none"> • Position actuelle, direction de déplacement • Attractions avoisinantes • Vitesse de déplacement, mode de transport actuel • Age de la dernière position mesurée • Distance entre la position et les services
E	<ul style="list-style-type: none"> • Météo, climat, qualité de l'air • Conditions de trafic/route

	<ul style="list-style-type: none"> • Sièges libres
S	<ul style="list-style-type: none"> • Intérêts du groupe • Nom du groupe • Personnes avoisinantes – membres de la visite, amis et étrangers • Recommandations, revues par d'autres touristes • Compagnons de voyage – qui sont-ils? • Photos et vidéos clips postées par les autres

Dans ce tableau, on remarque que la notion de localisation n'implique pas uniquement les coordonnées de l'utilisateur et que la notion d'environnement peut ne pas décrire des objets à référence spatiale. D'un autre côté, la mobilité a rendu pertinente et enrichissante les variables de contexte comme la localisation physique, l'appareil, l'environnement relatif. Ceci implique qu'il ne serait pas intéressant de considérer le contexte spatial comme étant isolé.

Les terminaux mobiles (téléphones intelligents)

Ces dernières décennies, d'importants efforts ont été faits par les différents constructeurs de terminaux mobiles à la suite d'une demande toujours plus exigeante et grandissante des utilisateurs. Ainsi du simple téléphone cellulaire, nous sommes passés au téléphone intelligent (Smartphone ou ordiphone) en à peine quelques années. Les consoles de jeu se sont aussi déplacées du salon vers la poche des joueurs [36]. Parmi les différents grands types de terminaux mobiles disponibles sur le marché, on peut distinguer: les consoles de jeux mobiles, les Personal Digital Assistant (PDA), et les téléphones intelligents.

Ce qui fait le succès sans cesse grandissant de ces téléphones [36] est la grande panoplie des caractéristiques dont ils sont dotés afin de satisfaire, voire de devancer, au mieux, les besoins de l'utilisateur mobile. Parmi ces caractéristiques, on retrouve une taille d'écran plus grande que celle des téléphones mobiles, des capacités de stockage de plus en plus élevées (allant du 8 Go au 64 Go), des résolutions d'écran et des processeurs graphiques améliorés permettant d'exécuter même des applications

3D⁴² et des jeux interactifs, une connectivité sans-fil de plus en plus performante également (Wi-Fi, 3G⁴³, Bluetooth), une antenne GPS pour le positionnement, des accéléromètres pour capturer le mouvement et l'orientation de l'appareil, un appareil photo et une caméra numériques avec d'excellentes résolutions pour ne citer que ceux-là. En outre, grâce à tous leurs capteurs (accéléromètre⁴⁴, gyroscope⁴⁵, capteurs de lumière etc.), il est possible de récupérer une multitude d'informations décrivant l'environnement de l'utilisateur, sa localisation et son profil; son contexte.

Contraintes liées aux dispositifs mobiles

Le développement et le déploiement d'applications sur des plateformes mobiles sont soumis à certaines contraintes particulières qui peuvent être regroupées en quatre catégories [36]:

Interface utilisateur et périphérique d'entrée et sortie : comparativement aux ordinateurs de bureau qui ont une résolution de l'ordre du mégapixel⁴⁶, la résolution standard des appareils mobiles est assez limitée. Leurs dispositifs d'entrée/sortie sont pour la plupart (téléphones intelligents, PDAs) constitués d'un écran tactile avec ou sans stylet, multi-touches ou non et d'un mini-clavier, virtuel ou non. Il faut donc prendre en considération ces paramètres particuliers dans l'élaboration des interfaces utilisateur.

Performances : Dans un souci de portabilité, ces appareils sont conçus de petite taille et leurs composants sont miniaturisés. Ainsi leur processeur a une puissance plus faible que celle de n'importe quel autre ordinateur, ce qui limite l'utilisation d'une animation interactive temps réel et la génération et l'affichage de données graphiques complexes. Certains traitements sont lourds à l'exécution et comme ces appareils ne sont pas destinés à une utilisation sous tension, l'autonomie en alimentation électrique est un facteur important qui influe sur le choix des composants.

⁴² Le terme « 3D » est utilisé (surtout en anglais) pour désigner la représentation en images de synthèse (numérique).

⁴³ Apparue en 2000, la troisième génération (3G) désigne une génération de normes de téléphonie mobile. Elle est représentée principalement par les normes Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) et CDMA2000, permettant des débits (de 2 à 42 Mb/s définis par la dernière génération des réseaux UMTS : l'HSPA+ DC) qui sont bien plus rapides qu'avec la génération précédente, par exemple le GSM

⁴⁴ Un accéléromètre est un capteur qui, fixé à un mobile ou tout autre objet, permet de mesurer l'accélération linéaire de ce dernier. On parle encore d'accéléromètre même s'il s'agit en fait de 3 accéléromètres qui calculent les 3 accélérations linéaires selon 3 axes orthogonaux.

⁴⁵ Un gyroscope (du grec « qui observe la rotation ») est un appareil qui exploite le principe de la conservation du moment angulaire en physique (ou encore stabilité gyroscopique ou effet gyroscopique).

⁴⁶ L'unité de mesure courante de la définition d'un capteur d'imagerie numérique est en général le mégapixel (Mpx). Dans les années 2010, la totalité des appareils photo numériques commercialisés ont des capteurs de plusieurs millions de pixels, en général de 10 à 36 mégapixels.

Réseau : Les réseaux de communication sans-fil (GPRS⁴⁷, Wi-Fi etc.) sont soumis à une variation de bande passante dépendamment du lieu où l'on se trouve. Ces réseaux sont de couverture limitée dans l'espace ce qui entraîne une instabilité et des risques de déconnexions intempestives. Le réseau 3G (troisième génération) offre aujourd'hui de nouvelles possibilités de connexion avec une bande passante plus haute. La connexion est donc stable et accessible partout, contrairement au Wi-Fi. Il n'en reste pas moins que les temps de réponse sont soumis à la latence du réseau. De ce fait, il faut prévoir des modes de fonctionnement connecté/déconnecté.

Interopérabilité entre systèmes : Il existe actuellement plusieurs types de plateforme mobile (Smartphones, PDAs, console portable, etc.) disposant de systèmes d'exploitation différents (iPhone OS, Android OS, Windows Mobile, PalmOS, Symbian, etc.). Les langages de programmation indispensables au développement d'applications pouvant tourner sur ces plateformes mobiles sont aussi variés (C/C++, Objective C, Java, etc.) au même titre que les architectures de processeurs (ARM⁴⁸, MIPS⁴⁹, PowerPC⁵⁰, etc.). On ne peut donc pas supposer que le parc mobile est homogène lorsqu'on conçoit des applications mobiles. Il faut alors adopter des systèmes interopérables tant au niveau des logiciels clients que des protocoles de communications.

2.6.3 L'informatique sensible au contexte

Le terme "Context-Awareness" [4, 10], a été introduit pour la première fois en 1994 par Schilit et al. qui considèrent que les applications sensibles au contexte sont des applications ayant des mécanismes permettant de changer dynamiquement ou d'adapter leurs comportements en se basant sur le contexte de l'application ou de l'utilisateur. Ryan et al. Quant à eux définissent la sensibilité au contexte comme étant l'aptitude de capturer, interpréter et répondre aux aspects de l'environnement local de l'utilisateur et du terminal. En bref, un système sensible au contexte est un ensemble de mécanismes destinés

⁴⁷ Le General Packet Radio Service ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM et complémentaire de celui-ci, permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G ou 2G+. Le G est l'abréviation de génération et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (deuxième génération) et l'UMTS (troisième génération).

⁴⁸ Les architectures ARM sont des architectures RISC 32 bits (ARMv1 à ARMv7) et 64 bits (ARMv8) développées par ARM Ltd depuis 1990 et introduites à partir de 1983 par Acorn Computers.

⁴⁹ L'architecture MIPS (de l'anglais : microprocessor without interlocked pipeline stages) est une architecture de processeur de type Reduced instruction set computer (RISC) développée par la société MIPS Technologies (alors appelée MIPS Computer Systems), basée à Mountain View en Californie.

⁵⁰ PowerPC, parfois abrégé PPC, est une gamme de microprocesseurs dérivée de l'architecture de processeur RISC POWER d'IBM, et développée conjointement par Apple, IBM et Freescale (anciennement Motorola Semiconducteurs). Le rétro-acronyme de PowerPC est Performance Optimization With Enhanced RISC Performance Computing

pour, d'une part, la collection et la gestion des informations de contexte et, d'une autre part, la gestion et le contrôle des actions du système (son comportement) en fonction de ces informations de contexte.

Pour (Hristova, 2008) [45], un système (ou une application) est dit sensible au contexte [2,4] s'il est conçu pour réagir aux changements constants dans l'environnement. Pour (Dey, 2000) [37], un système est sensible au contexte s'il utilise le contexte pour fournir des informations pertinentes et/ou des services à l'utilisateur, la pertinence dépendant de la tâche de l'utilisateur. Nous pouvons donc retenir qu'un système (ou une application) est conscient(e) du contexte s'il (ou elle) est conçu(e) pour acquérir, stocker, interpréter les données contextuelles afin de fournir les services et les informations répondant aux besoins de n'importe quel utilisateur à tout moment et n'importe où, utilisateur pouvant désigner une personne, une application ou un appareil. Une telle application sur un téléphone intelligent serait capable, par exemple, de récupérer la position de l'utilisateur (par GPS), son âge et sa citoyenneté (par saisie textuelle via formulaire), le moment de la journée (avec heure système récupérée de l'appareil), de stocker quelque part ces informations et de lui proposer en temps réel, à la demande, des renseignements (comme les restaurants ouverts) se trouvant dans son environnement proche et qui répondrait à un besoin particulier (comme servir de la nourriture de son pays d'origine).

Bien que les informations sur le contexte actuel soient facilement disponibles pour les applications mobiles, comment utiliser efficacement ces informations reste encore un problème difficile pour les programmeurs d'applications. Selon Dey et Abowd [37] un système est sensible au contexte si « il utilise le contexte pour fournir des informations et / ou des services pertinents à l'utilisateur, où la pertinence dépend de la tâche de l'utilisateur. » Ils considèrent trois principales caractéristiques d'application context-aware (sensible au contexte) comme suit [2, 4, 5]:

- Présentation de l'information et des services, ça inclue les applications qui soit présentent des informations de contexte à l'utilisateur ou effectuent des actions appropriées à l'utilisateur en utilisant son contexte,
- Exécution automatique d'un service, fait référence à ces applications qui selon les changements de contexte, mettent à jour et reconfigurent la réaction du système sans aucune interaction ou intervention de l'utilisateur,
- Annotation des informations de contexte pour une recherche d'information ultérieure, ces applications attachent des informations de contexte aux données de capture associées.

Parcours Bibliographique

Par ailleurs, l'information de contexte est caractérisée par:

- Le contexte est changeant avec le temps : l'information de contexte change continuellement de valeur avec le temps. Par exemple, le déplacement de l'utilisateur implique que le contexte localisation de l'utilisateur change de valeur.

- L'information de contexte est hétérogène : L'hétérogénéité provient du fait que le contexte est capturé à partir d'une variété de sources. Particulièrement ce contexte peut être capturé (Sensed) directement depuis des capteurs physiques ou récupéré à partir de composants logiciels, fournit par l'utilisateur (Profiled) ou bien dérivé (Derived) en synthétisant plusieurs sources ou interprétés depuis une seule source pour obtenir un niveau élevé de l'abstraction de cette information.

- L'information de contexte est imparfaite : cette caractéristique de contexte est déterminée selon la source de cette information : le contexte est ambigu si des ressources séparées fournissent une même information avec des niveaux de granularités différents, le contexte peut être imprécis, erroné ou même inconnu,

- Un contexte est toujours associé à une action: un contexte n'est jamais déterminé par les caractéristiques de l'environnement lui-même. Ce qui compte en tant que contexte dépend de comment l'ensemble des informations de contexte (ce qui constitue une situation) est interprété en termes d'actions à invoquer.

- Le contexte appuie une action : un contexte apporte un sens particulier à un environnement dans un moment donné. Ce sens se sert de contraindre la construction et/ou l'exécution d'une action. On considère qu'un environnement est composé d'un amalgame de ressources, services et infrastructures.

Il y a essentiellement deux façons d'utiliser le contexte [5]: adapter automatiquement les comportements en fonction du contexte découvert (en utilisant le contexte actif), ou présenter le contexte de l'utilisateur à la volée et / ou stocker le contexte de l'utilisateur pour le retrouver plus tard (en utilisant le contexte passif). Ainsi deux définitions de la sensibilité au contexte informatique s'imposent:

- Sensibilité au contexte actif: une application s'adapte automatiquement au contexte découvert, en changeant son comportement.

- sensibilité au contexte passif: une application présente le nouveau contexte ou le contexte est mis à jour pour un utilisateur intéressé, ou bien, conserve son contexte pour pouvoir le récupérer plus tard.

L'informatique sensible au contexte actif est plus intéressante car elle conduit à de nouvelles applications sur les appareils mobiles et nécessite des infrastructures plus robustes.

2.7 Conclusion

Dans notre projet de fin d'études, nous allons essayer de profiter des avancées en technologique (logicielles et matérielles) en termes de gestion (traitement et consommation) de contenu multimédia à travers les dispositifs mobiles. Et ce, en optant pour le Cloud comme domaine d'application afin de pallier aux problèmes dus aux défaillances technologiques des équipements qui pourraient être susceptibles de bloquer l'accès au contenu désiré ou dégrader sa gestion. En effet, l'immense prolifération et l'adoption des appareils mobiles, le développement rapide du haut débit et les réseaux dernière génération, et l'émergence récente du Cloud Computing (CC) et du mobile Cloud Computing (MCC) a révolutionné la façon dont nous accédons et consommons les services et contenus multimédias. Le Mobile Cloud Computing étend ces services sur les environnements mobiles. À son tour, Cloud Mobile Media (CMM) étend le MCC pour permettre aux utilisateurs mobiles non seulement l'accès à de riches services médias de n'importe quel appareil mobile et plateforme, mais aussi pour permettre aux utilisateurs mobiles de s'immerger dans une nouvelle expérience multimédia dite personnalisée ou sensible au contexte.

Dans ce rapport, nous avons essayé de présenter de manière sommaire le contexte général et la problématique liée à notre projet. Ainsi, nous avons donné un bref aperçu de l'état de l'art, en donnant les principales définitions relatives à notre thème, à savoir : le Cloud Mobile Computing, la sensibilité au contexte, l'assistance aux utilisateurs, contenus et applications multimédia.

3 Conception

3.1 Introduction

Après avoir présenté les techniques utilisées pour une construction moderne d'une application mobile soient, le Cloud Computing et la contextualisation d'un system, nous nous intéresserons dans le reste du document à la construction de notre application qui suit cette logique.

3.2 Motivations

3.2.1 Contexte général

C'est la troisième ère de l'histoire de l'informatique dite ère de l'information, qui succède à l'ère des ordinateurs personnels et celle des *Mainframes*. Dans cette ère, l'utilisateur a à sa disposition une gamme de petits appareils informatiques tels que le smartphone ou l'assistant personnel, et leur utilisation fait partie de sa vie quotidienne. Ces appareils facilitent l'accès à l'information pour tout le monde, n'importe où et n'importe quand. Les utilisateurs ont alors la possibilité de s'échanger des données facilement, rapidement et sans effort, quelle que soit leur position géographique. Cette omniprésence de l'accès à l'information a un fort impact sur la société et modifie les habitudes de travail et de vie privée.

Dans ce contexte, notre projet vise à offrir à un utilisateur une expérience mobile riche et utile, en adoptant les nouvelles technologies et méthodes de construction de logiciels mobiles, ainsi que les principes de l'informatique ubiquitaire.

Les deux points majeurs visés, vus et visités dans notre étude bibliographique, et qui vont définir la base de notre méthodologie sont :

- Le Cloud computing (informatique en nuages), et mobile Cloud computing ;
- Les systèmes sensibles au contexte, ou plus précisément, conscient du contexte (contexte-aware).

3.2.2 Problématique et cas d'étude

Dans un contexte touristique, l'utilisateur mobile se trouvera confronté généralement à un environnement étranger et hostile surtout de par la langue. Soit par souci de déplacement ou d'information il aura besoin de déchiffrer les différents panneaux et autres supports physiques contenant des informations qui peuvent s'avérer cruciales dans son expérience. Et c'est là, où nous intervenons en proposant un système pratique et rapide pour palier à ce problème. L'idée est de mettre à la disposition d'un touriste propriétaire d'un smartphone ou d'une tablette un outil qui, dans un premier lieu, transforme le texte physique en langue étrangère (langue locale) vers un texte numérique en langue utilisateur, puis, dans un second lieu, lui permet une sauvegarde du multimédia (Image originale plus texte traduit) pour une utilisation ultérieure. -

3.3 Expression des besoins

Dans cette section, nous allons spécifier l'ensemble des besoins fonctionnels et non fonctionnels liés à notre application. Ensuite, nous allons modéliser les spécifications semi-formelles des besoins à l'aide des diagrammes de cas d'utilisation et les diagrammes de séquences⁵¹.

3.3.1 Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels auxquels doit répondre notre application sont les suivants:

Identification des acteurs

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent directement avec le système étudié. Dans notre cas, les acteurs susceptibles d'interagir avec le système peuvent être tous des touristes disposant d'un dispositif mobile intelligent et ayant préalablement téléchargé et installé l'application. En d'autres termes, nous avons un seul type d'acteur (i.e. rôle) et donc les mêmes droits d'accès pour tous les utilisateurs.

⁵¹ Juste à titre indicatif, nous avons fait usage de ces diagrammes UML sans pour autant opter pour une modélisation purement UML. Ceci dans le but d'apporter plus de clarté et de conférer un aspect semi-formel à notre proposition.

Analyse des besoins fonctionnels

Dans la suite, nous désignons par centres d'intérêts les différents services offerts par notre application :

- Identification du client par son compte Google en utilisant un OpenId⁵² pour pouvoir exploiter les différents services cloud intervenant dans son expérience avec notre application et notamment bénéficier de stockage et gestion de données sur Datastore/Google Storage ;
- Prise de photo / et validation de l'image qui représente notre variable d'entrée ;
- Collection de données contextuelles ; données individuelles (contexte utilisateur) et données locales (contexte spatio-temporelles et contexte de l'information) ;
- Définir la langue d'entrée et celle de sortie, Procéder à la traduction (donnée sortie) ;
- Sauvegarde horodatée et géo-localisée du multimédia après validation (image/traduction) sur Cloud (Storage) ;
- Consultation du multimédia n'importe où et n'importe quand.

3.3.2 Besoins non-fonctionnels

Les besoins non-fonctionnels spécifient les propriétés du système telles que les contraintes d'environnement et d'implémentation, la performance, la maintenance, l'extensibilité et la flexibilité. Certains besoins non fonctionnels sont généraux et ne peuvent pas être rattachés à un cas d'utilisation particulier.

Les contraintes ergonomiques

Les contraintes ergonomiques sont les contraintes liées à l'adaptation entre les fonctionnalités de l'application, leurs interfaces et leur utilisation. Pour notre application, nous devons obéir aux contraintes ergonomiques suivantes :

- Permettre un accès rapide à l'information ;
- Interface simple et compréhensible ;
- Organisation ludique des rubriques, des onglets, etc... ;

⁵² OpenID est un système d'authentification décentralisé qui permet l'authentification unique, ainsi que le partage d'attributs. Il permet à un utilisateur de s'authentifier auprès de plusieurs sites sans avoir à retenir un identifiant pour chacun d'eux mais en utilisant à chaque fois un unique identifiant OpenID.

Conception

- L'application doit guider le client ou le visiteur pour satisfaire sa demande c'est à dire qu'elle doit être développée avec un langage compréhensif par l'utilisateur, présenter les informations d'une façon simple et claire.

Les contraintes matérielles

L'application sera installée sur un téléphone mobile tournant sous un système d'exploitation Android. De plus, elle doit pouvoir être téléchargeable à partir du Google play store⁵³ (Android Market à l'origine).

3.3.3 Besoins techniques

La mobilité

Le choix du support matériel c'est porté sur les appareils mobiles et plus précisément sur les smartphones. Tout simplement parce que l'utilisateur final sera en mobilité, et que le smartphone représente aujourd'hui un outil indispensable et indissociable de la vie moderne et du contexte mobile. De plus, étant donné que l'utilisateur final (touriste) se trouvera dans un environnement délicat, le besoin d'avoir des outils légers et à portées de mains est plus que nécessaire. Par ailleurs, l'habilité des dispositifs mobiles actuels à générer, traiter et gérer les informations de contexte nous a aussi conforté dans ce choix.

3.4 Diagramme de cas d'utilisation global

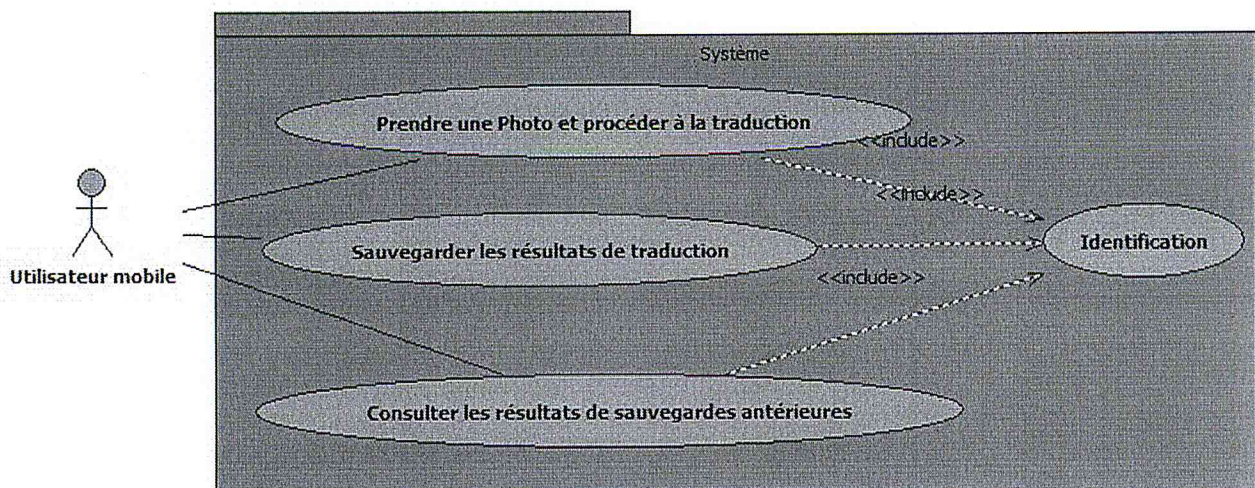


Figure 9: Diagramme de cas d'utilisation global.

Le tableau ci-dessous, décrit ce diagramme de cas d'utilisation :

⁵³ C'est une boutique d'applications diverses destinées pour le système d'exploitation Android

Tableau 2: Description du diagramme de cas d'utilisation global.

Elément	Signification
Prise de photo et traduction	
Acteur	Utilisateur mobile.
But	Prise d'une image contenant du texte et procéder à sa traduction dans le but d'obtenir des conseils et orientations utiles.
Description	Prendre une photo d'un élément contenant du texte sous une langue étrangère dans un pays étranger, et procéder à la traduction du texte sous langue utilisateur.
Pré - condition	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisateur doit disposer d'un appareil mobile intelligent connecté à internet et configuré, en plus d'avoir un compte Google, • L'appareil doit disposer d'un appareil photo.
Post - condition	<ul style="list-style-type: none"> • Texte extrait de l'image. • Texte traduit vers la langue utilisateur, • Informations contextuelles concernant le processus.
Exception	Affichage d'un message d'erreur dans le cas d'échec de connexion
Sauvegarde du multimédia	
Acteur	Utilisateur Mobile
But	

Conception

	Avoir une sauvegarde des résultats obtenus.
Description	Après avoir reçu les résultats de la traduction, l'utilisateur choisit de sauvegarder l'information collectée lors de la traduction pour une consultation postérieure.
Pré - condition	Connexion de l'utilisateur à internet
Post - condition	<ul style="list-style-type: none"> • Fichier multimédia contenant toutes les informations extraites lors du processus de prise d'image et traduction. • Marqueur du multimédia sur Google Maps • L'utilisateur peut ajouter des remarques concernant le multimédia.
Exception	Affichage d'un message d'erreur dans le cas d'échec de connexion et éventuellement proposer de conserver les documents multimédia en local (sur le dispositif même).
Consultation des multimédia	
Acteur	Utilisateur mobile
But	Consulter les résultats antérieurs.
Description	L'utilisateur choisit de consulter les multimédias sauvegardés auxquels il peut accéder à travers des marqueurs ajoutés sur Google Maps (sur la base des localisations déjà visitées).
Pré - condition	Connexion à internet.

Post - condition	<ul style="list-style-type: none"> • Marqueurs sur Google Maps, • L'utilisateur peut modifier les remarques, supprimer des fichiers et des marqueurs.
Exception	Affichage d'un message d'erreur dans le cas d'échec.

3.5 Diagrammes de séquences

Les tâches d'interaction entre un utilisateur mobile et notre application peuvent être résumées de manière sommaire dans les deux diagrammes de séquences qui suivent.

Connexion au service de Stockage sue Cloud (DropBox)

Cette opération consiste à établir la connexion avec le service de stockage basé sur le Cloud, Le service utilisé est DropBox et la communication se fait à partir de DropBox API.

diagramme de séquence "Connexion au service de stockage Cloud"

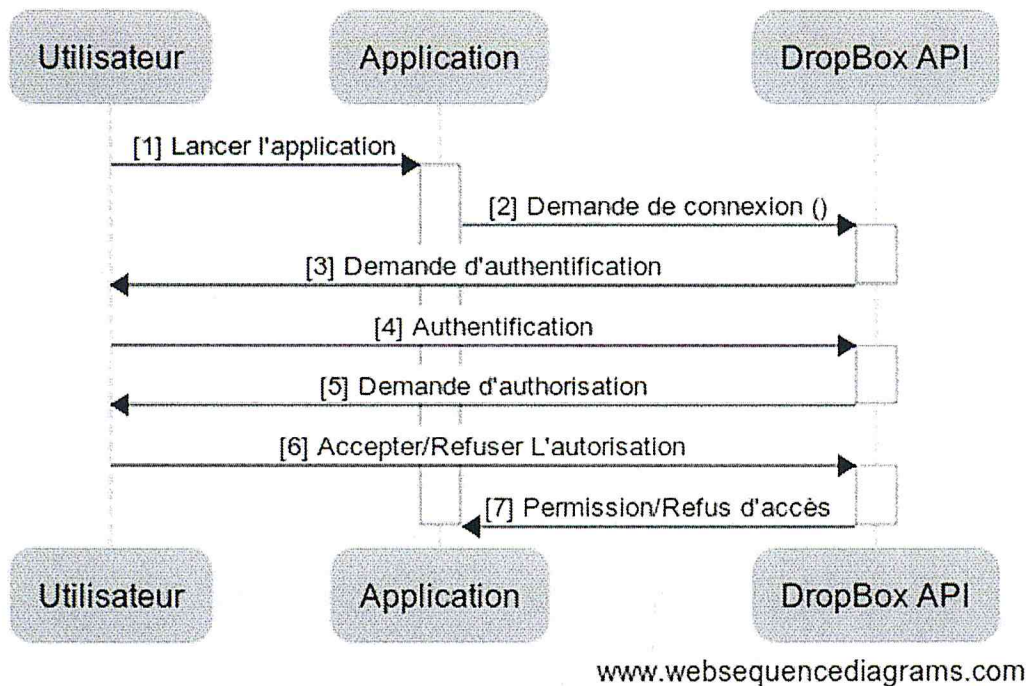


Figure 10: Diagramme de séquence "Connexion au service de stockage Cloud"⁵⁴

1. L'utilisateur Lance l'application Mobile
2. L'application demande la connexion à DropBox
3. DropBox demande l'authentification de l'utilisateur avec son compte et mot de passe de passe au service.
4. L'utilisateur procède à l'authentification.
5. DropBox demande à l'utilisateur s'il autorise l'accès de l'application à son service.
6. L'utilisateur autorise ou réfute l'autorisation d'accès de l'application au service DropBox.
7. L'API DropBox autorise ou refuse l'accès de l'application à son service selon le choix de l'utilisateur.

Traduction et création du document multimédia

Ce Processus ne se passe que lorsque l'application reçoit l'autorisation d'accès au service de stockage DropBox. le scénario d'interaction est comme suit :

⁵⁴ Websequencediagrams et l'outil utilisé pour dessiner les diagrammes de séquence. Disponible sur www.websequencediagrams.com

Diagramme de séquence "Opération de traduction"

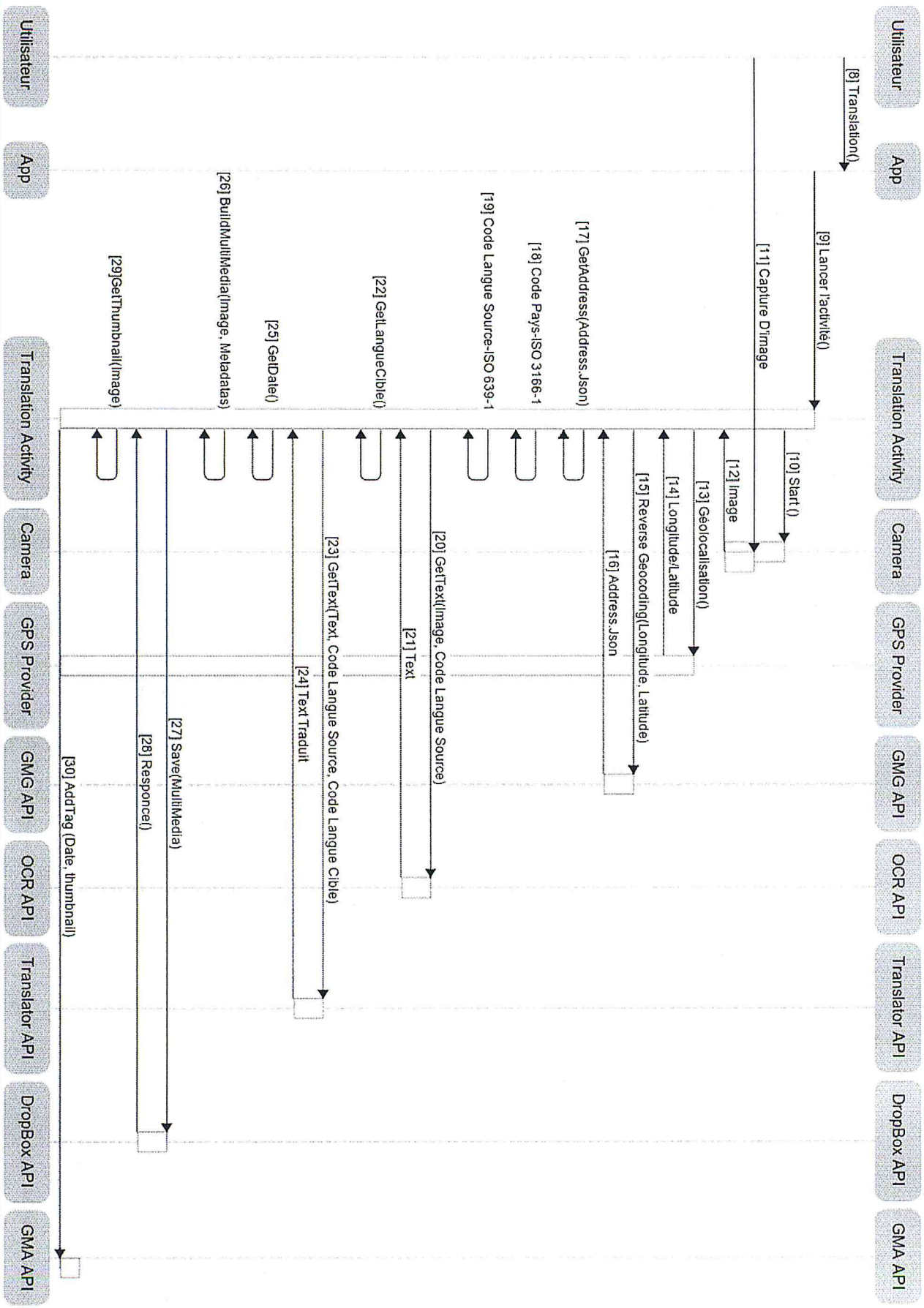


Figure 11: Diagramme de séquence "Opération de traduction et création du document multimédia".

Conception

8. L'utilisateur lance l'activité de traduction à partir de l'application.
9. L'application démarre l'activité de traduction.
10. L'activité de traduction sollicite le périphérique Caméra de l'appareil mobile.
11. L'utilisateur procède à la capture d'image.
12. Le périphérique Caméra envoie l'image capturée à l'activité de traduction.
13. Le processus de géolocalisation se lance et fait appel aux fournisseurs GPS pour la collecte des coordonnées géographiques de la position de l'utilisateur (longitude et latitude).
14. Le processus de géolocalisation retourne les coordonnées géographiques à l'activité de traduction.
15. L'activité de traduction envoie une requête au service Google Map Geocoding Cloud API, et procède à une requête inversée en envoyant les coordonnées géographiques.
16. Le service GMG API calcule les données géographiques et renvoie les informations concernant les données de position sous format Json.
17. L'application reçoit l'objet contenant les données de position locale et extrait l'adresse postale.
18. L'application extrait le code pays à partir de l'adresse et le récupère sous la norme ISO 3166-1 alpha-1.
19. Le code pays est converti en code langue, cette langue va définir la langue source pour procéder à la reconnaissance optique de caractère et au processus de traduction.
20. L'activité de traduction envoie une requête à l'API d'OCR avec comme paramètres la langue source et l'image capturée.
21. L'OCR procède à l'extraction du texte en langue source, et renvoie le fichier texte à l'activité.
22. L'activité collecte la langue d'utilisateur mobile à partir des paramètres de configuration et définit cette langue comme langue cible pour le processus de traduction.
23. L'activité envoie une requête avec comme paramètres le texte de l'OCR, la langue source et la langue cible à l'API de traduction.
24. L'API de traduction traduit le texte reçu depuis la langue source vers la langue cible et renvoie le texte traduit à l'activité.

Conception

25. L'activité définit les données temporelles à partir de l'horloge et du calendrier de l'appareille.
26. L'activité de traduction construit le fichier multimédia à partir des données contextuelles collectées (données temporelles + données postales), de l'image capturée, et du texte traduit.
27. L'image multimédia est sauvegardée dans le stockage en Cloud à travers l'API DropBox API.
28. L'API de stockage envoi une requête de succès.
29. L'application crée une vignette à partir de l'image.
30. L'application ajoute un Tag à Google Map à travers L'API Google Map Android API en utilisant le vignette de l'image et des données temporelle comme identifiant unique au multimédia.

Consultation des documents multimédia antérieurs

L'opération de consultation suit le scénario suivant :

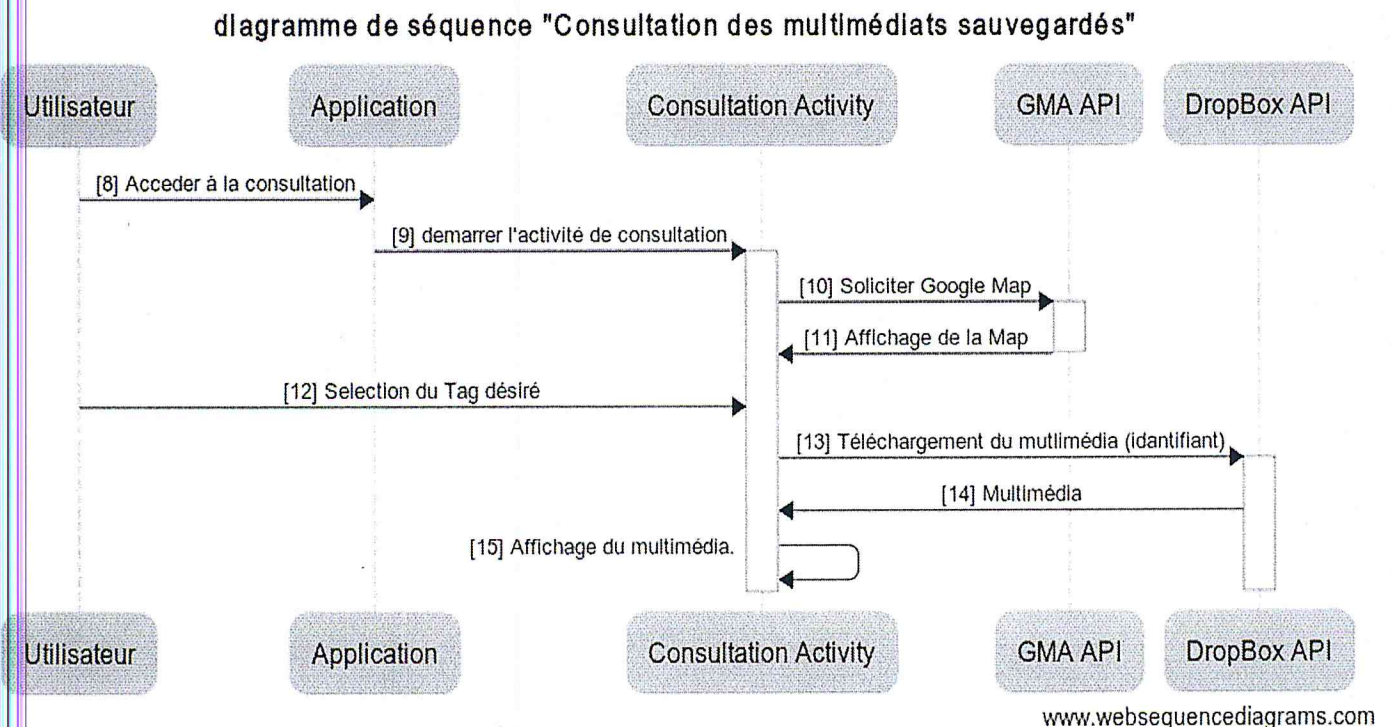


Figure 12: Diagramme de séquence "Consultation des documents multimédia".

8. L'utilisateur accède à la consultation.
9. L'application lance l'activité de consultation.
10. L'activité de consultation sollicite Google Map Android API
11. GMA API renvoi les données de la Map.

12. L'utilisateur sélectionne le Tag représentant le multimédia souhaité.

13. L'activité de consultation envoie une requête à travers DropBox API pour le téléchargement du multimédia.

14. DropBox renvoie le multimédia.

15 L'activité affiche le multimédia.

3.6 Conception du système

Avant de présenter l'architecture de notre système, il est nécessaire de parler de quelques notions connexe visant à faciliter la compréhension des applications Android.

3.6.1 Définitions diverses

Activity

Une activité est la composante principale d'une application sous Android. L'activity est le métier de l'application et possède généralement une View au minimum, c'est à dire un écran graphique. Ainsi dans une application standard, on pourrait trouver une activité qui liste des contacts, une activité qui ajoute un nouveau contact, et une activité qui affiche le détail d'un contact. Le tout forme un ensemble cohérent, mais chaque activité pourrait fonctionner de manière autonome.

Layouts

Un Layout (mise en page) définit la structure visuelle pour une interface utilisateur (une vue), telle que l'UI (User Interface) pour une Activity ou un Widget de l'application, un Layout peut être défini de deux manières :

- Déclarer les éléments d'interface en XML. Android fournit un vocabulaire XML simple qui correspond à la vue des classes et sous-classes, tels que ceux pour les widgets et les mises en page ;
- Instancier des éléments de mise en page à l'exécution. L'application Android peut créer des objets View et ViewGroup (et manipuler leurs propriétés) par programme.

Intent et Intent Filters

Les Intents permettent de communiquer entre les différentes activités d'une application, mais aussi du téléphone. Ils sont en quelque sorte le "messenger" pour lancer une activité. Ainsi une activité peut en lancer une autre soit en passant un

Conception

intent vide, soit en y passant des paramètres. Les Intent Filters jouent le rôle de filtres. Ils permettent de contrôler d'où provient l'Intent (ou d'autres paramètres) afin de lancer ou non l'activité.

AndroidManifest.xml

Le fichier manifest.xml permet de décrire l'application. On y retrouve :

- le nom du package de l'application. Il servira d'identifiant unique,
- tous les composants de l'application (Activities, Services, BroadCast Receivers, Content providers). On y décrit également les classes qui implémentent ces composants et leurs capacités (par exemple les Intents qu'elles attendent). Ces déclarations permettent à Android de savoir quels composants sont présents et dans quelles conditions ils s'exécutent,
- dans quels processus les composants de l'application seront contenus,
- les permissions nécessaires pour le bon fonctionnement de l'application,
- les permissions nécessaires pour que les autres applications utilisent les composants de l'application,
- les informations contenant les versions de l'Android API requis pour exécuter l'application,
- les bibliothèques utilisées par l'application.

Services

Un service ne possède pas d'interface graphique, mais permet de dérouler un algorithme sur un temps indéfini. Il s'arrêtera lorsque sa tâche sera finie ou lorsqu'il sera arrêté. Il peut être soit exécuté lors du lancement du téléphone (ou tout autre mécanisme interceptable: arrivée d'un appel, d'un sms... etc.), soit au cours d'une action particulière dans l'application via un broadcast receivers.

Content Providers

Les Content providers permettent d'accéder à un ensemble de données depuis une application. Il est ainsi possible d'accéder aux contacts, à l'agenda, aux photos, et autres données et informations d'un téléphone via des Content providers. Il est également possible de définir des content providers personnalisés pour accéder à des objets, mais également pour que d'autres applications puissent utiliser les données du téléphone

3.6.2 Techniques et normes utilisées

JSON (JavaScript Object Notation)

C'est un format de données textuelles dérivé de la notation des objets du langage JavaScript. Il permet de représenter de l'information structurée comme le permet XML. Un document JSON a pour fonction de représenter de l'information accompagnée d'étiquettes permettant d'en interpréter les divers éléments, sans aucune restriction sur le nombre de celles-ci. Un document JSON ne comprend que deux types d'éléments structurels :

```
{
  "menu": {
    "id": "file",
    "value": "File",
    "popup": {
      "menuitem": [
        { "value": "New", "onclick": "CreateNewDoc()" },
        { "value": "Open", "onclick": "OpenDoc()" },
        { "value": "Close", "onclick": "CloseDoc()" }
      ]
    }
  }
}
```

- des ensembles de paires nom / valeur ;
- des listes ordonnées de valeurs.

Ces mêmes éléments représentent trois types de données :

- des objets ;
- des tableaux ;
- des valeurs génériques de type tableau, objet, booléen, nombre, chaîne ou null.

REST (Representational State Transfer)

REST est un style d'architecture logicielle composée de lignes directrices et les meilleures pratiques pour la création de services Web évolutifs [1, 2]. REST est un ensemble coordonné de contraintes appliquées à la conception de composants dans un système hypermédia distribué qui peut conduire à une architecture plus performante et mieux maintenable [3]. Par ailleurs, REST repose sur le protocole HTTP : On accède à une ressource (par son URI unique) pour procéder à diverses opérations (GET lecture / POST écriture / PUT modification / DELETE suppression), opérations supportées nativement par HTTP.

Tâches asynchrones (AsyncTask)

Une AsyncTask permet de réaliser des tâches de manière asynchrone, à la manière de la classe Thread. L'avantage de l'AsyncTask est sa simplicité d'utilisation et d'implémentation. Le Thread secondaire est créé automatiquement et la communication entre les différents Thread est simplifiée.

Les trois paramètres attendus lors de la déclaration sont des types génériques dont voici la signification :

- Le premier est le type des paramètres fournis à la tâche
- Le second est le type de données transmises durant la progression du traitement
- Enfin le troisième est le type du résultat de la tâche

Une AsyncTask doit obligatoirement implémenter la méthode `doInBackground`. C'est elle qui réalisera le traitement de manière asynchrone dans un Thread séparé. Les méthodes `onPreExecute` (appelée avant le traitement), `onProgressUpdate` (appelée lorsqu'on souhaite afficher sa progression) et `onPostExecute` (appelée après le traitement) sont optionnelles. Un appel à la méthode `publishProgress` permet la mise à jour de la progression. On ne doit pas appeler la méthode `onProgressUpdate` directement.

Norme ISO 3166-1 alpha-2

Les codes ISO 3166-1 alpha-2 sont des codes pays de deux lettres définis dans la norme ISO 3166 (partie ISO 3166-1) publiée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) pour représenter les pays, les territoires à souveraineté spéciale et les zones spéciales d'intérêt géographique. Ce sont les codes pays publiés par l'ISO les plus utilisés, ils sont utilisés notamment pour les domaines de premier niveau des pays sur Internet (il existe des exceptions). Ils ont été inclus dans la norme ISO 3166 lors de sa première édition en 1974.

Norme ISO 639:

(ICS no 01.140.20) est une norme internationale de l'ISO qui définit des codes pour la représentation des noms de langues.

OAuth 2.0 Authentication :

Les API Google utilisent le protocole OAuth 2.0 pour l'authentification et l'autorisation.

Les APIs :

Une interface de programmation (souvent désignée par le terme API pour Application Programming Interface) est un ensemble normalisé de classes, de

Conception

méthodes ou de fonctions qui sert de façade par laquelle un logiciel offre des services à d'autres logiciels. Elle est offerte par une bibliothèque logicielle ou un service web, le plus souvent accompagnés d'une description qui spécifie comment des programmes consommateurs peuvent se servir des fonctionnalités du programme fournisseur.

Ici, nous introduirons les différentes APIs Utilisés dans la construction de notre application, ces APIs sont disponibles dans le Cloud et accessibles via la plateforme Google Apps Engine et par le biais d'architectures REST.

DropBox API: Est l'API qui permet de se connecter aux services de stockages basé sur le Cloud de la plateforme DropBox.

WebOCRService API: Ce service permet d'extraire des textes à partir d'images contenant du texte.

Google Cloud Storage : Est un service web RESTful de stockage de fichiers en ligne permettant de stocker et accéder à des données sur l'infrastructure de Google. Le service combine les performances et l'évolutivité de Cloud de Google avec des capacités de sécurité et de partage avancés. Il est une Infrastructure as a Service (IaaS) ;

Microsoft Azure Translator API : Est un outil qui traduit automatiquement le texte d'une langue à une autre langue (par exemple du français à l'anglais). L'API est utilisée pour traduire par programmation du texte dans des pages Web ou des applications ;

Google Maps Geolocation API : L'API Google Maps Géolocalisation retourne un rayon de localisation et de précision sur la base d'informations sur des tours cellulaires et nœuds Wi-Fi que le client mobile peut détecter ;

Geocoding API : Le géocodage est le processus de conversion des adresses (comme "1600 Amphitheatre Parkway, Mountain View, CA") en coordonnées géographiques (latitude comme 37,423021 -122,083739 et la longitude), que vous pouvez utiliser pour placer des marqueurs ou de se positionner sur la carte. L'API Google géocodage fournit un moyen direct pour accéder à un géocodage via une requête HTTP. En outre, le service vous permet d'effectuer l'opération inverse (tournant coordonnées en adresses); ce processus est connu comme "géocodage inverse."

3.7 Architecture globale du système

L'application est divisée en deux parties, une partie sous Android (Côté client) et l'autre va être définie dans la plateforme Google apps engine afin d'utiliser les API en Cloud.

3.7.1 Côté cloud

Avant de pouvoir utiliser les APIs disponibles dans Google App engine (GAE), on va d'abord créer un projet sous GAE, ensuite on active les APIs qu'on va utiliser pour le projet qu'on a créé. De plus, on aura besoin d'une clé d'identification pour identifier le client et utiliser les APIs et d'une clé d'autorisation OAuth 2.0.

3.7.2 Coté client

L'application comporte trois activités principales qui seront détaillées par la suite.

Le pipeline de l'application est défini dans la figure suivante, où on peut voir les différents appels de classes java utilisées.

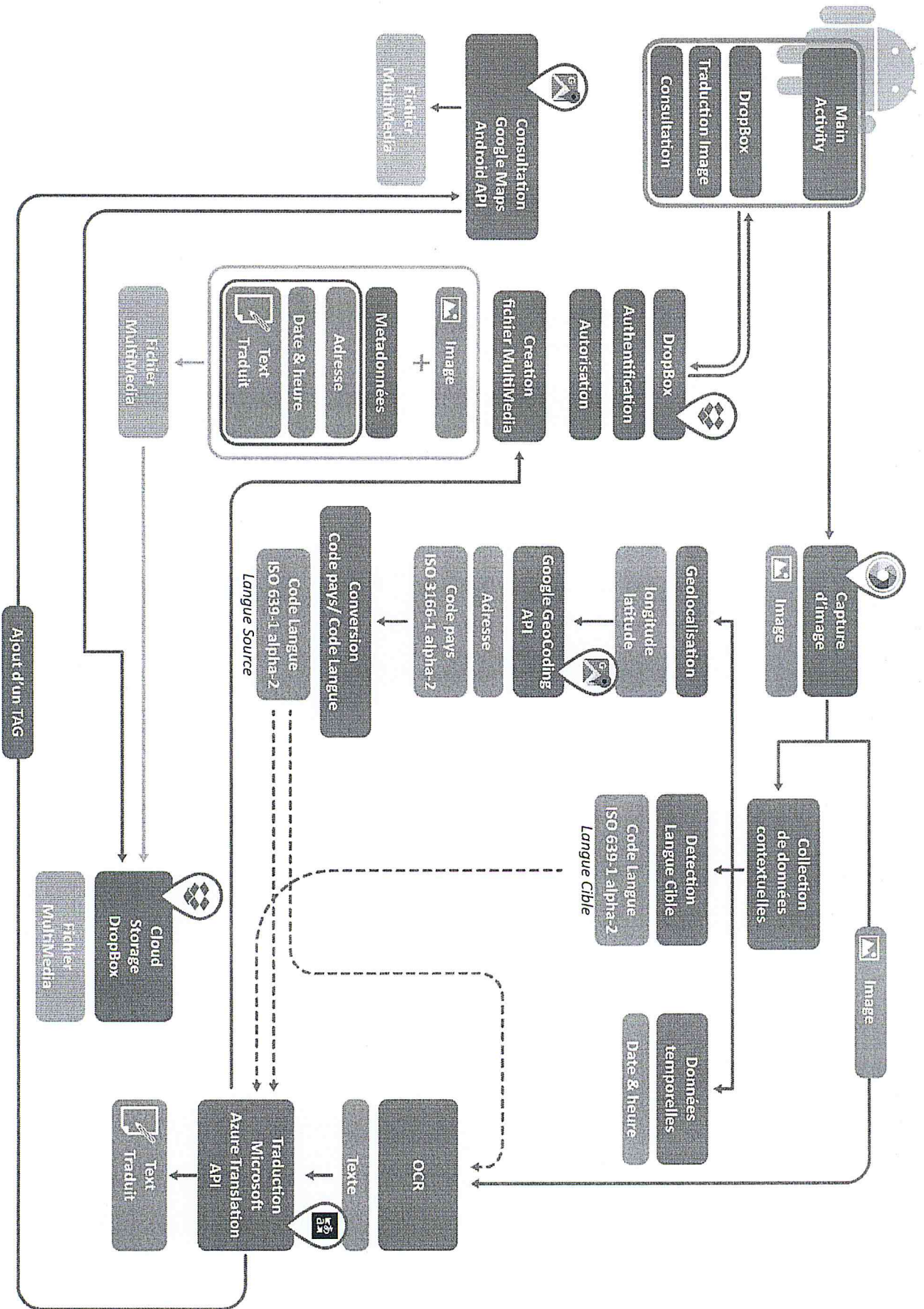


Figure 13: Architecture globale du système.

Main Activity : Main Activity est l'activité principale, elle offre à l'utilisateur la possibilité de choisir la manœuvre à faire, soit, procéder à la traduction via prise photo, ou bien consulter les résultats obtenus antérieurement, L'utilisateur se voit donc face à une interface lui permettant de faire son choix via deux boutons (Translate, consultation) ;

Picture Activity : Cette activité permet de lancer le processus de prise d'image et par la suite procéder à la traduction ;

Prise d'image : Pour la prise de photos on va utiliser Camera app. C'est l'application native d'Android pour la prise de photo.

Capture du context (Collection de données contextuelles) : Le processus de traduction exige de définir trois paramètres (Langage utilisateur, Langage du texte, et le texte lui-même), chaque élément va être extrait en utilisant différentes méthodes, bibliothèques et APIs. Les langues doivent être définies suivant la norme ISO 639-1. On procède d'abord à l'extraction de nos paramètres, ensuite on explique la méthode de traduction utilisée.

- Extraction du langage utilisateur (langue de sortie) : pour Cela on fait appel à une méthode qui permet de recevoir le langage utilisateur sous la norme ISO 639-1 comme suit : `Locale.getDefault().getISO3Language()`;
- Extraction de l'adresse locale : L'adresse locale est obtenue à partir d'une méthode asynchrone qui envoie une requête RESTful à l'API Google Geocoding, et qui nous retourne l'adresse locale sous format JSON et qui sera sauvegardé temporairement dans un objet JSON.
- Extraction de la langue du texte (langue d'entrée) : on utilise ici deux Cloud API, l'un pour la géolocalisation, Google geolocalisation et ainsi avoir les coordonnées géo locales (longitude, latitude), ensuite une API qui nous donne plus de détail sur le lieu incluant le pays à partir duquel on extrait la langue (i.e. ajout d'une couche sémantique aux données numériques). L'API utilisé ici est Google Geocoding qui nous renvoie l'adresse du lieu contenant le code ISO 3166-1 alpha-2 du pays où on se trouve, ainsi on substitue le code pays avec un code langue sous norme ISO 936-1 en utilisant une table (Pays/Langue).

Le Processus de sauvegarde et construction du multimédia aura quant à lui besoin des éléments suivant :

Extraction du contexte temporel : Le contexte temporel va être collecté à partir de la méthode **Calander**, qui retourne, L'année, le mois, le jour du mois et l'heure, ce contexte va

Conception

être utile dans la mesure où il va définir notre fichier multimédia, et on va l'utiliser pour donner un identifiant unique au fichier.

Extraction du texte (OCR) : pour avoir le texte d'une image on va utiliser l'API WebOCRService, ce service offre un identifiant et une clé à l'utilisateur qui lui permettent de s'authentifier, et de procéder aux requêtes d'extraction.

Processus de traduction: La traduction se fait grâce à l'API Microsoft Azure Translator, pour traduire un texte d'une langue à une autre on utilise une librairie fournie par Microsoft, cette librairie permet d'établir la connexion avec le service et s'occupe des requêtes de traduction.

Dans notre les paramètres de la requête nécessaires à chaque demande de traduction sont:

- Clé API : le paramètre de requête « key » pour identifier l'application ;
- Langue cible : le paramètre de requête « target » pour spécifier la langue du résultat ;
- Langue source : le paramètre de requête «source» pour spécifier la langue source.
- Texte source : le paramètre *q* de requête pour identifier la chaîne à traduire.

Si la demande parvient, le serveur retourne le résultat sous format JSON contenant le texte traduit, et qui sera affiché, sauvegardé et ajouté au média (l'image).

Construction du fichier multimédia: Le fichier final va contenir l'image plus les informations concernant le contexte plus le texte de la traduction. Les métadonnées qui vont être ajoutées et modifiées sont :

- Données de géolocalisation : les valeurs ajoutées vont être celle de la longitude et de la latitude du lieu de prise de l'image, et qui vont être nécessaire pour l'ajout d'un marqueur sur Google Maps par la suite.
- Données temporels : c'est-à-dire la date et l'heure de prise d'image.
- Description textuel : cette description va contenir le texte traduit et un possible ajout de remarques par l'utilisateur concernant l'image.

Sauvegarde du fichier dans le cloud : Après construction du multimédia, le fichier va être sauvegardé non seulement sur la mémoire interne mais aussi dans le Cloud Storage de DropBox, l'envoi de données se fait grâce à un API RESTful.

Ajout d'un marqueur Google Maps: Après sauvegarde du fichier dans le cloud l'application procède à l'ajout d'un marker (marqueur) sur la Map Google à travers l'api Google Maps

Conception

Android API, les attributs qui vont définir le marker sont, la longitude et latitude pour le positionnement et un titre, probablement un thumbnail⁵⁵(miniature) aussi.

⁵⁵ Une miniature ou vignette ou imagerie, encore désignée par l'anglicisme thumbnail ou son apocope thumb (littéralement « ongle de pouce », en référence à sa taille), est, en informatique, une version d'une image dont la taille est réduite par rapport à l'original. En principe, cliquer sur une miniature dirige vers l'image dans sa version normale, par exemple au moyen d'un hyperlien.

4 Implémentation du systèmes

4.1 Environnement de développement

Ici nous présenterons notre environnement de développement.

L'environnement de développement va contenir les éléments suivant :

- Une machine sous Windows 8 64bit, munit d'une connexion internet.
- Un IDE (EDI Environnement de développement intégré), Android studio, pour le développement d'application Android.
- Une plateforme PaaS, Google Apps Engine, pour l'utilisation d'API Google cloud.
- Un moteur de production, Gradle, nativement intégré à Android studio.
- Une Logiciel de gestion de versions, Git, pour gérer les versions de l'application lors du développement et permettre la collaboration de développeurs.
- Un émulateur Android, Genymotion.

4.1.1 Android Studio

Nous sommes toujours à la recherche d'outils qui augmentent la productivité et automatisent le travail. Certains outils ont des avantages qui sont si évidents qu'on les adopte immédiatement. Android Studio est un de ces outils.

Android Studio est une collaboration entre JetBrains⁵⁶ et Google. il est construit sur IntelliJ⁵⁷ de JetBrains, et ainsi ses fonctionnalités sont un sur-ensemble d'IntelliJ. Tout ce qu'on peut faire avec IntelliJ est possible avec Android Studio. Android Studio est révolutionnaire parce qu'il rationalise le processus de développement Android et rend le développement Android beaucoup plus accessible qu'il ne l'a déjà été. Android Studio est maintenant l'IDE officiel pour Android.

En plus des capacités offertes par IntelliJ, Android Studio offres:

- System de construction flexible basé Gradle.
- Construction de multiples et différentes générations de fichier apk⁵⁸.
- Des modèles de code pour aider à la construction de fonctionnalités communes aux applications.

⁵⁶ JetBrains est une entreprise informatique éditant des logiciels pour développeurs de logiciels.

⁵⁷ IntelliJ IDEA est un IDE Java commercial développé par JetBrains. Il est fréquemment appelé par le simple nom d'« IntelliJ ».

⁵⁸ Un fichier Android Package (ou APK) est un format de fichiers pour Android. Un APK (ex., "nomfich.apk") est une collection de fichiers ("package") compressée pour le système d'exploitation Android. L'ensemble constitue un « paquet ».

- Un riche éditeur de dispositions (layout) avec le support de drag and drop pour l'édition de thèmes.
- Outils Lint⁵⁹ pour capturer la performance, l'utilisabilité, la compatibilité de versions et d'autres problèmes et bugs.
- Possibilités ProGuard⁶⁰ et app-signing.
- Build-in support pour Google Cloud Platform, rendant facile l'intégration de Google Cloud Messaging et App Engine.

4.1.2 Gradle

Gradle est un moteur de production fonctionnant sur la plateforme Java. Il permet de construire des projets en Java, Scala, Groovy voire C++.

Gradle allie les atouts de Apache Maven⁶¹ et Apache Ant⁶² : il allie l'utilisation de conventions à la manière de Maven (convention plutôt que configuration) avec la flexibilité de Ant pour décrire les tâches de constructions, avec une cohérence forte dans l'interface de programmation des tâches.

4.1.3 Google Apps Engine

GAE est une plateforme PaaS de conception et d'hébergement d'applications web basée sur les serveurs de Google [1]. Cela évite le besoin d'acheter et de maintenir des serveurs, puisque tout est manipulé par Google, Tous les services matériels et de niveau intermédiaire tels que les serveurs Web et les bases de données sont entièrement pris en charge. Certaines propriétés uniques [2] ont influencé notre choix pour GAE sur les autres plates-formes de cloud computing. Qui sont;

- Support de plusieurs langages, GEA supporte une variété de langages de programmation. Les plus largement utilisés des langages de programmations comme PHP, Python, Go et Java sont rendu disponibles pour le développement d'application sur GAE, En outre il est possible d'exécuter des applications Ruby utilisant JRuby avec des frameworks comme Sinatra et Rails sur GEA.

⁵⁹ lint (en lettres minuscules ; de l'anglais lint : « touffe hirsute ») est une commande UNIX de préprocesseur permettant l'analyse statique de code source en langage C.

⁶⁰ L'outil de ProGuard rétrécit, optimise le code en supprimant du code inutilisé et en renommant les classes, les champs et les méthodes avec des noms sémantiquement obscures. Le résultat est un fichier .apk de plus petite taille qui est plus difficile à désosser.

⁶¹ Apache Maven est un outil pour la gestion et l'automatisation de production des projets logiciels Java en général et Java EE en particulier.

⁶² Ant est un logiciel créé par la fondation Apache qui vise à automatiser les opérations répétitives du développement de logiciel telles que la compilation, la génération de documents (Javadoc) ou l'archivage au format JAR.

Chacun de ces langages a sa propre exécution et SDK qui contient des outils pour déployer et tester l'application localement.

- Support de multiples frameworks, GAE supports la plupart des frameworks comme Django, Flask, webapps2 et Spring.
- Multitude d'option de stockage, une variété d'option de stockage est fournie comme la traditionnelle base de données MySQL en utilisant Cloud SQL, Base de donnée NoSQL (dite shemaless, les données ne possèdent pas une structure uniforme), ou stockage d'objets avec Cloud Storage.
- Outils de développement familiers Les mêmes outils de développement que les développeurs ont utilisé au cours du temps sont utilisés dans le développement d'applications sur GAE. Certains d'entre eux sont; Android Studio, Eclipse, IntelliJ, Maven, Git, Jenkins, PyCharm juste pour en nommer quelques-uns. Les demandes sont également testées dans des environnements en bac à sable localement, puis déployés avec des outils de ligne de commande simples ou le lanceur de bureau.
- Services intégrés puissants, le besoin de créer du code passe partout est résultant d'une productivité accrue, grâce aux services managé, services de messagerie, comme les files d'attente des tâches, cache Mémoire, et API utilisateurs, les développeurs peuvent créer n'importe quelle application.
- Evolutivité automatique, GAE offre une mise à l'échelle automatique pour les applications web, comme le nombre des demandes augmente pour une application, GAE attribue automatiquement d'avantages de ressources pour l'application Web pour répondre aux demandes supplémentaires.

4.2 Langages de programmation

4.2.1 Java

Java est un langage de programmation extrêmement utile et populaire pour de nombreuses raisons. Peut-être la raison la plus importante de la popularité de Java est que Java est un langage mémoire gérée. Mémoire gérée signifie que le programmeur n'a pas besoin de se préoccuper de désaffecter la mémoire, ni de ce soucier des fuites de mémoire. Les programmeurs en développement dans un environnement de mémoire géré ont tendance à être plus productifs et leurs programmes ont tendance à avoir moins d'erreurs d'exécution. Comme Java, Android est un environnement de programmation de mémoire gérée.

4.2.2 XML

L'Extensible Markup Language (XML, « langage à balise extensible » en français) est un langage informatique de balisage générique qui dérive du SGML⁶³.

Contrairement à HTML⁶⁴, qui est à considérer comme un langage défini et figé (avec un nombre de balises limité), XML peut être considéré comme un métalangage permettant de définir d'autres langages, c'est-à-dire définir de nouvelles balises permettant de décrire la présentation d'un texte.

La force de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer, poser le vocabulaire et la syntaxe des données qu'il va contenir.

Le XML va nous servir à définir nos vues d'application (Layouts).

4.3 Logiciel de gestion de versions (Source Control Management SCM)

Un logiciel SCM aide à garder une trace des changements de code et donne la possibilité de collaborer facilement sur ce code avec des coéquipiers. Les deux principales caractéristiques des SMC sont [42]:

- **Versioning (Contrôle de version):** Les fichiers et les répertoires dans le projet sont suivis. Chaque fois qu'on apporte des modifications à des fichiers, on peut enregistrer ces modifications comme une nouvelle version. Le projet a alors plusieurs versions, une pour chaque ensemble changement, donnant la possibilité de parcourir ces changements et de revenir à une version quelconque à tout moment.
- **Fusion du fichier:** Quand deux utilisateurs travaillent sur le même fichier et que les deux fichiers sont soumis au système de SCM, Les deux fichiers vont être fusionnés par le SCM, si le SCM ne peut pas gérer la fusion pour une quelconque raison, il donne les informations utiles sur la façon de fusionner manuellement des modifications conflictuelles.

⁶³ Standard Generalized Markup Language (« langage de balisage généralisé normalisé » - SGML) est un langage de description à balises, de norme ISO (ISO 8879:1986).

⁶⁴ L'HyperText Markup Language, généralement abrégé HTML, est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom.

Git : Le SMC Git a été développé par Linus Torvalds⁶⁵ pour gérer le code source du noyau Linux⁶⁶. Il a aussi été utilisé pour plusieurs millions de projets open source, y compris Rails⁶⁷.

4.4 Emulation : GenyMotion

Genymotion est un moyen rapide, multiplateformes d'émulation Android, Il permet de bénéficier d'un système Android complet dans une machine virtuelle au sein de l'ordinateur. Techniquement, il s'agit de plus virtualisation que d'émulation.

⁶⁵ Linus Benedict Torvalds est un informaticien américano-finlandais. Il est connu pour avoir créé en 1991 le noyau Linux dont il continue de diriger le développement.

⁶⁶ Le noyau Linux est un noyau de système d'exploitation de type UNIX. Le noyau Linux est un logiciel libre développé essentiellement en langage C par des milliers de bénévoles et salariés communiquant par Internet.

⁶⁷ Ruby on Rails, également appelé RoR ou Rails, est un framework web libre écrit en Ruby. Il suit le motif de conception modèle-vue-contrôleur aussi nommé MVC. En tant que framework, il propose une structure au programmeur qui lui permet de développer plus vite et plus intuitivement.

5 Conclusion générale

Ce travail nous montre que les notions parcourus (L'informatique en nuage et l'informatique sensible aux contextes) représentent un très large domaine qui reste à découvrir, effectivement ces technologies ne sont qu'à leurs genèses et les définitions qui entourent leurs notions restent vagues et ambiguës, et partiellement ou totalement à redéfinir.

Néanmoins les progrès se font ressentir, et leur application, principalement dans les environnements mobile devient monnaie courante ; exploitant les périphérique de capture des appareils mobiles et bénéficiant des nouvelles possibilités des réseaux de télécommunication, ce chemin ne peut être qu'entrepris, vu les apports conséquent qu'il offre (l'informatique omniprésente, le service sur demande, la réalité virtuelle). Et tout cela pour offrir une expérience hors du commun à l'utilisateur :

Le Cloud offre aux logiciels une sécurité et une stabilité, une sécurité structurelle et une sécurité contre le phénomène de piratage, et une stabilité d'utilisation ressentie par le client, de plus une capacité de calcul dépassant largement une machine locale ; ainsi l'utilisateur peut disposer d'une application solide, puissante et fiable.

L'informatique contextualisée, offre quant à elle une expérience virtuelle qui allie le réel, en effet la sensibilité au contexte permet à l'application de réagir intelligemment à des facteurs réels, et facilite largement la manipulation à l'utilisateur.

En ce qui concerne notre application ; nous avons abordé l'introduction à ces notions, et touché à quelques approches de cette nouvelle façon de programmer.

Nous avons constaté que les environnements actuels de programmation et surtout en ce qui concerne les applications mobiles, encouragent fortement et facilitent l'utilisation des technologies Cloud, comme en peut le voir avec Android Studio, et Google Apps Engine ; qui facilitent l'accès aux ressources informatiques externes et offrent une multitude d'applications Cloud (principalement des API). Et d'un autre côté, on ne peut négliger la panoplie de périphériques de capture offerte par les nouvelles machines, conçus spécialement pour la collecte du contexte.

Bibliographie

- 1] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. Joseph, R. Katz et A. Konwinski, «Above the clouds: a Berkley view of cloud computing,» 2009.
- 2] P. Mell et T. Grance, «The NIST definition of cloud computing,» National Institute of Standards and Technology Std, 2011.
- 3] L. Zhao, S. Sakr, A. Liu et A. Bouguettaya, Cloud Data Management, Springer International Publishing, 2014.
- 4] F. Ishii, «CRESTED: A Mobile Cloud Architecture for Next Generation Social Applications,» Canada, 2014.
- 5] N. Antonopoulos et L. Gillam, Cloud Computing: Principles, Systems and Applications, Springer-Verlag London, 2010.
- 6] M. Waschke, Cloud Standards: Agreements That Hold Together Clouds, Apress, 2012.
- 7] C. Fehling, F. Leymann, R. Retter, W. Schupeck et P. Arbitter, Cloud Computing Patterns: Fundamentals to Design, Build and Manage Cloud Application, Springer-Verlag Wien, 2014.
- 8] A. Wright, «Get Smart,» *Communications of the ACM - Rural engineering development*, vol. 52, n° 11, pp. 15-16, 2009.
- 9] D. Kovachev, D. Renzel et R. Klamma, «Mobile Community Cloud Computing: Emerges and Evolves,» chez *Mobile Data Management (MDM), 2010 Eleventh International Conference on*, Kansas City, 2010.
- 10] M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. C'aceres et N. Davies, «The Case for VM-Based Cloudlet in Mobile Computing,» *IEEE Pervasive Computing*, vol. 8, n° 14, pp. 14-23, 2009.
- 11] M. Satyanarayanan, «Fundamental Challenges in Mobile Computing,» chez *PODC '96 Proceedings of the fifteenth annual ACM symposium on Principles of distributed computing*, Philadelphia, 1996.
- [A. K. Gupta, «Challenges in Mobile Computing,» chez *2nd National Conference on*

Bibliographie

- 12] *Challenges and Opportunities in Information Technology (COIT-2008)*, Mandi Gobindgarh, 2008.
- [J. Jing, A. S. Helal et A. Elmagarmid, «Client-server Computing in Mobile
- 13] Environnement,» *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 31, n° 12, pp. 117-157, 1999.
- [D. Kovachev, Y. Cao et R. Klamma, «Mobile Cloud Computing: A Comparison of
- 14] Application Models,» Aachen, 2010.
- [H. T. Dinh, C. Lee, D. Niyato et P. Wang, «A survey of mobile cloud computing:
- 15] Architecture, application, and approaches,» *Wireless Communication and Mobile Computing*, vol. 13, n° 118, pp. 1587-1611, 2013.
- [Z. Sanaei, S. Abolfazli, A. Gani et R. Buyya, «Heterogeneity in mobile cloud
- 16] computing: Taxonomy and open challenges,» *IEEE Communication Surveys and Tutorials*, vol. 16, n° 11, pp. 369-392, 2014.
- [N. Fernando, S. W. Loke et W. Rahayu, «Mobile cloud computing: A survey,»
- 17] *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, n° 11, pp. 84-106, 2013.
- [R. Buyya, «Introduction to the IEEE transactions on cloud computing,» *IEEE*
- 18] *Transaction on Cloud Computing*, vol. 1, n° 11, pp. 3-9, 2014.
- [G. D'Angelo, S. Ferretti, V. Ghini et F. Panzieri, «Mobile computing in digital
- 19] ecosystems: Design issues and challenges,» *7th IEEE wireless communication and mobile computing conference*, pp. 2127-2132, 2011.
- [Y. Li et I. R. Chen, «Design and performance analysis of mobility management
- 20] schemes based on pointer forwarding for wireless mesh networks,» *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n° 3, pp. 349-361, 2011.
- [H. Hu, Y. Wen, T. S. Chua et X. Li, «Toward scalable systems for big data analytics:
- 21] A technology tutorial,» *IEEE Access*, vol. 2, pp. 652-687, 2014.
- [C. Yoon, S. Moon et C. Hwang, «MCSOSA: multimedia content share using
- 22] ontology and secure access agent in mobile cloud,» *Multimedia Tools and Applications*, vol. 71, n° 12, pp. 667-684, 2014.
- [M. R. Rahimi, J. Ren, C. H. Liu, A. V. Vasilakos et N. Venkatasubramanian,
- 23] «Mobile Cloud Computing: A Survey, State of Art and Future Directions,» *Mobile Networks and Applications*, vol. 19, n° 12, pp. 133-143, 2014.
- [«The mobile cloud market outlook to 2017,» Heavy Reading Real World Research,

Bibliographie

24] 2013.

[«Mobile cloud computing subscribers to total nearly one billion by 2014,» 2009.

25]

[F. Liu, P. Shu, H. Jin, L. Ding, J. Yu, D. Niu et B. Li, «Gearing resource-poor mobile

26] devices with powerful clouds: architectures, challenges, and applications,» *IEEE Wireless Communications*, vol. 20, pp. 2-10, 2013.

[J. Mishra, S. K. Dash et S. Dash, «Mobile-Cloud: A Framework of Cloud Computing

27] for Mobile Application,» chez *Advances in Computer Science and Information Technology. Computer Science and Information Technology*, vol. 86, Bangalore, Springer, 2012, pp. 347-356.

[«Google Apps Engine,» [En ligne]. Available: <https://cloud.google.com/appengine/>.

28] [Accès le 09 06 2015].

[«Amazone Web Services,» [En ligne]. Available: <http://aws.amazon.com/fr/>. [Accès

29] le 09 06 2015].

[«Facebook Developers,» [En ligne]. Available: <https://developers.facebook.com/>.

30] [Accès le 09 06 2015].

[«IBM Bluemix,» [En ligne]. Available: <https://console.ng.bluemix.net/>. [Accès le 09

31] 06 2015].

[«Microsoft Azure,» [En ligne]. Available: <http://azure.microsoft.com/>. [Accès le 09

32] 06 2015].

[R. Buyya, C. Vecchiola et S. T. Selvi, «Mastering Cloud Computing: Foundations

33] and Applications Programming,» Morgan Kaufmann, 2013.

[S.-Y. Chang, C.-f. Lai et Y.-M. Huang, «Dynamic adjustable multimedia streaming

34] service architecture over cloud computing,» *Computer Communications*, vol. 35, n° 115, pp. 1798-1808, 2012.

[G. Chen et D. Kotz, «A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research,»

35] Dartmouth, 2000.

[F. F. Chamasemani et L. S. Affendey, «Impact of Mobile Context-Aware

36] Applications on Human Computer Interaction,» *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, vol. 62, n° 11, p. 281, 2014.

[A. K. Dey et G. D. Abowd, «Towards a Better Understanding of Context and

Bibliographie

- 37] Context-Awareness,» *HUC '99 Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pp. 304-307, 1999.
- [B. Schilit , N. Adams et R. Want, «Context-Aware Computing Applications,»
- 38] *WMCSA '94 Proceedings of the 1994 First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 85-90, 1994.
- [P. J. Brown, U. Kent , U. Canterbury, J. D. Bovey et C. Xian, «Context-aware
- 39] applications: from the laboratory to the marketplace,» *Personal Communications, IEEE*, vol. 4, n° 15, pp. 58-64, Oct 1997.
- [J. Pascoe, «Adding generic contextual capabilities to wearable computers,» chez
- 40] *Wearable Computers, 1998. Digest of Papers. Second International Symposium on*, Pittsburgh, PA, USA, 19-20 Oct. 1998.
- [A. Ward, A. Jones et A. Hopper, «A new location technique for the active office,»
- 41] *Personal Communications, IEEE*, vol. 4, n° 15, pp. 42 - 47, Oct 1997.
- [A. Gamble, C. J. Cloves et R. Al Barazi, *Beginning Rails*, vol. 4, Apress, 2013.
- 42]
- [G. Pujolle, *Cours réseaux et telecoms: avec exercices corrigés*, EYROLLES, 2004.
- 43]