

A horizontal orange brushstroke graphic above the website URL.

www.revue-eti.net

Editorial du numéro 10	p. 3
Les comités de la 10 ^{ème} édition de la revue eTI	p. 4
Article invité	
From e-Government to digital Government: Stakes and Evolution Models, <i>Bouchaïb Bounabat</i>	p. 8
Etat de l'art	
Context Aware Recommender System Algorithms: State of the Art and Focus on Factorization Based Methods, <i>Fatima Zahra Lahlou, Houda Benbrahim, Ismail Kassou</i>	p. 23
Recherche	
RatQual: un modèle orienté évaluation des facteurs qualité de la collaboration, <i>Abir Elmir, Badr Elmir, Bouchaïb Bounabat</i>	p. 39
Multi-agents system and human personality types, <i>Mouhsine Rhaimi, Rochdi Messoussi</i>	p. 56
Usages et formation	
Efficiencie du coût d'utilisation des technologies d'information et de communication dans l'agriculture au Bénin, <i>Bienvenu Akowedaho Dagoudo & Guy Sourou Nouatin</i>	p. 65
J'ai lu	
Cyber-Physical Security: Protecting Critical Infrastructure at the State and Local Level, par Robert M. Clark & Simon Hakim, <i>Anass Rabii</i>	p. 73
Appel aux articles	
Appel aux articles pour la 11 ^{ème} édition	p. 75

Editorial du numéro 10

Editorial for the 10th edition

Mots-clés

e-TI, eTI, revue électronique, technologie de l'information, publication scientifique.

Keywords

e-TI, eTI, on line publication, e-journal, information technology, scientific publication.

Avec cette 10^{ème} édition, la revue e-TI confirme le choix du libreaccès aux articles et maintient son ambition de publier des articles de recherches concernant les technologies de l'information et leurs usages.

Notre **invité**, Professeur Bouchaib Bounabat (Directeur du Rabat Information Technology Center de l'Université Mohammed V de Rabat) partage ses réflexions sur les différentes dimensions de la transformation digitale de l'administration gouvernementale et identifie les barrières qui l'entravent.

Dans la rubrique **Etat de l'art**, Fatima Zahra Lahlou, Houda Benbrahim et Ismail Kassou présentent un état de l'art des systèmes de recommandation sensibles au contexte (CARS) qui ont connu un regain d'intérêt depuis 2010. Ils étudient plusieurs algorithmes fondés sur la factorisation qui est généralement la technique retenue et dégagent des perspectives de recherches.

La rubrique **Recherche** regroupe deux articles consacrés à la collaboration :

- Abir Elmir, Badr Elmir et Bouchaib Bounabat décrivent dans le premier article, le modèle RatQual dont l'objectif est d'évaluer la qualité de la collaboration inter-organisationnelle en considérant une large variété de critères.
- L'article de Mouhsine Rhaimi et Rochdi Messoussi est consacré aux communautés d'étudiants virtuels dont le rôle est de simuler le comportement de groupes d'apprenants. Il présente une solution d'intégration des types de personnalité afin de se rapprocher du comportement de groupes humains collaboratifs.

Dans le cadre de la rubrique **Usage et formation**, Bienvenu Dagoudo Akowedaho et Guy Sourou Nouatin mènent une enquête auprès de 104 producteurs agricoles béninois pour déterminer le niveau d'efficacité d'utilisation des TICs dans l'acquisition d'informations agricoles. Ils évaluent ensuite l'impact de facteurs tels que l'âge ou le niveau d'instruction.

C'est Anas Rabii qui partage, dans la rubrique **J'ai Lu**, son avis concernant l'ouvrage consacré à la sécurité des infrastructures critiques et rédigé par Robert M. Clark et Simon Hakim.

Bonne lecture.

Mounia Fredj et Ounsa Roudiès

Les comités de la 10^{ème} édition de la revue eTI

Committees for the 10th edition of the eTI Journal

Rédactrices en chef

- ROUDIES Ounsa Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Um5-Rabat, Maroc
- CHIADMI Dalila Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Um5-Rabat, Maroc

Rédactrice associée

- FREDJ Mounia Ecole Nationale Supérieur d'Informatique et Analyse des Systèmes, Um5-Rabat, Maroc

Comité fondateur

- CHIADMI Dalila EMI
- FREDJ Mounia ENSIAS
- ROUDIES Ounsa EMI

Comité de rédaction

- BACHIRI Housseine, Univ. Ibn Tofail : relecture linguistique
- BENSALIM Hicham, INPT : administration de la plate-forme
- IBNLKHAYAT Nozha : veille qualité et éthique
- KACEMI Zineb , Univ. Mohammed VI Polytechnique : administration de la plateforme
- MOKHTARI Abdelkrim, Univ. Ibn Tofail : qualification et relecture linguistique
- RAPOSO de BARBOSA Appoline : mise en page et infographie

Comité scientifique

- AHMED-NACER Mohamed Univ. des S&T Houari Boumediene, Algérie
- ALIMAZIGHI Zahia Univ. des S&T Houari Boumediene, Algérie
- AMGHAR Mustapha GIE Galileo, Maroc
- AYACHI GHANNOUCHI Sonia ESG-Sousse, Tunisie
- BAINA Karim ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- BAINA Salah ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- BAKKOURY Zohra EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- BELLAACHIA Abdelghani George Washington University, USA
- BELOUADHA Fatima-Zahra EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- BENHLIMA Leila EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- BOUQATA Bouchra General Electric Global research Center, USA
- BOUNABAT Bouchaïb ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- CHIADMI Dalila EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- COHEN Atika Univ. Libre de Bruxelles, Belgique
- COULETTE Bernard IRIT, Univ. Toulouse Jean Jaurès. France
- DIOURI Ouafae EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- ELEULDJ Mohcine EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- EL MAGHRAOUI Kaoutar Thomas J. Watson Research Center, IBM, USA
- EL MOHAJIR Mohammed FSDM, Univ. Sidi Mohamed ben Abdellah, Maroc
- FREDJ Mounia ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
- FRONT Agnès LIG, Univ. Grenoble Alpes, France

- GIRAUDIN Jean-Pierre
 - KASSOU Ismail
 - KOBANE Abdellatif
 - MEJRI Mohamed
 - MOULINE Salma
 - OULAD HAJ THAMI Rachid
 - RIEU Dominique
 - ROLLAND Colette
 - ROUDIES Ounsa
 - SALINESI Camille
 - SOUISSI Nissrine
 - TAMTATOUI Ahmed
 - TAMZALIT Dalila
 - TARI Zahir
- LIG, Univ. Grenoble Alpes, France
 - ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - Faculté des Sciences et de Génie, Univ. Laval, Canada
 - FSR, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - LIG, Univ. Grenoble Alpes, France
 - CRI, Univ. Paris1-Sorbonne, France
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - CRI, Univ. Paris1-Sorbonne, France
 - ENSMR, Rabat, Maroc
 - INPT, Rabat, Maroc
 - LINA, Univ. de Nantes, France
 - School of Computer Science, Univ. RMIT, Australie

Comité de lecture

- AJHOUN Rachida,
 - BAH Slimane,
 - BELOUADHA Fatima-Zahra
 - BENABDELJLIL Nadia
 - BENHLIMA Laila
 - CAVALLI-Sforza Violetta
 - DAHCHOUR Mohamed
 - EL QASMI Jaouad
 - GHAIITI Fouzia
 - GIRAUDIN Jean-Pierre
 - KHEMISSA Hamid
 - MAMMAS Driss
 - MOULINE Salma
 - NASSAR Mahmoud
 - RACHIDI Ali
 - ROUDIES Ounsa
 - SOUISSI Nissrine
- ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - Univ. Al Akhawayn, Ifrane, Maroc
 - INPT, Rabat, Maroc
 - ISCAE, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - LIG, Univ. Grenoble Alpes, France
 - Univ. des S&T Houari Boumediene, Algérie
 - Univ. Ibn Zhor, Agadir, Maroc
 - FSR, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - ENSIAS, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - Univ. Ibn Zhor, Agadir, Maroc
 - EMI, Univ. Mohammed V-Rabat, Maroc
 - ENSMR, Maroc

Partenaires



Article invité

From e-Government to digital Government: Stakes and Evolution Models

Du e-gouvernement au gouvernement digital: enjeux et modèles d'évolution

Bouchaïb Bounabat

Alqulsadi Team, ADMIR Laboratory, Rabat IT Center of Mohammed-V University in Rabat, Maroc
b.bounabat@um5s.net.ma

Résumé

L'objectif de ce cet article consiste à décrire comment est opérée la transition d'un gouvernement électronique ciblant principalement l'efficacité organisationnelle d'une administration publique, vers une approche orientée gouvernement digital, induite par les grandes tendances des technologies digitales (big data, mobile, médias sociaux, Internet des objets et Cloud), et résultant sur une transformation en profondeur des services et des processus publics. Les principales questions d'une telle mutation sont ainsi abordées: l'adoption d'un modèle dirigé par les besoins des citoyens, l'ouverture des données gouvernementales, l'impératif "digital par défaut" et les défis liés à la sécurité numérique.

Abstract

Major digital technology trends such as big data, mobility, social media, Internet of Things (IoT) and cloud, lead profound reform of public services, via the Digital Government new paradigm. The contribution of this paper consists in describing how we can make a fundamental shift from e-Government path, targeting greater organizational efficiency, to a digital based approach, while driving profound transformation of public services and processes. Key transformational issues are therefore addressed: adoption of citizen-driven model, Governmental Data Potential Unlocking, the "digital by default" imperative, and the digital security challenges.

Mots-clés

e-Gouvernement, Gouvernement digital, Transformation digitale, Modèle dirigé par le Citoyen, Stratégie digitale.

Keywords

e-Government, e-gov, Digital Government, Digital transformation, Citizen-driven Model, Open Data, Digital Strategy.

1. Introduction

The globalizing world changes have been initiated and boosted by virtually interconnected networks of participants, markets and information systems. The resulting knowledge revolution induces governments to implement electronic Government (e-Government) systems to deal efficiently with increasing citizens and businesses requirements in a more and more dynamic environment. Such use of Information Technology was inspired by e-Business accomplishments, which proved that putting business online could help hugely improve the efficiency of business processes inside and between companies (Rombach et Steffens, 2009).

Therefore, performance based objectives are assigned to e-Government systems: to generate social and economic benefits, to narrow the digital divide, to drive public sector reforms, to promote effective natural resource management, and also to provide citizens with greater choice and influence in how they interact and collaborate with government, in the development of public services (OECD, 2008b).

To attain these objectives, e-Government development has to deal with various challenges driven by the increasing needs for innovation, interoperability, service delivery quality, and new major digital technology trends (big data, mobility, social media, Internet of Things (IoT), cloud and Artificial Intelligence), with possibilities of profound reform of public services. This led to a new paradigm known as Digital Government.

The contribution of this paper consists in describing how we can make a fundamental shift from e-Government path, targeting greater organizational efficiency, to a digital based approach, while driving profound transformation of public services and processes. Key transformational issues are therefore addressed: adoption of citizen-driven model, Data Potential Unlocking, the “digital by default” imperative, and the digital security challenges.

The rest of this article is structured as follows. First, the question of e-government foundations is examined through an effort of classification of its customers’ identification (G2G, G2B, G2E, G2G), its declinations, mainly in terms of e-Governance and local e-Government, and its interaction types (from informational government to connected Government). Second, new trends determinant for e-Government development are introduced, mainly those induced by the needs for innovation, interoperability, integrated and multi-channel services delivery, and digitalization. Thirdly, the concept of digital Government is explored, and its key issues as its technical prerequisites discussed. Finally, this paper terminates by some conclusions and recommendations for future work.

2. Electronic Government Foundations

e-Government is largely seen as the use of Information Technologies (IT), and increasingly digital technologies, to support and improve public services. Nevertheless, this definition has to be completed by specifying how e-Government services are classified: who is these services’ customer (Citizen, Business, and Administration)? What is the interaction level of the implemented service (Informational, interactivational, etc.)? Which type is the targeted agency (local, central)? Which type of impact, in terms of governance, is targeted by the e-Government process (efficiency, transparency, openness, etc.)?

2.1. e-Government Definition

Electronic government or “e-Government” in its most generic form is defined as the use of IT in the public sector:

- to ensure access to and delivery of government information and user-centric services (Silcock, 2001) (UNDPEPA et ASPA, 2002),
- to enable and improve the efficiency with which these services are provided (Lemuria et Bélanger, 2005),
- to cover a broad range of managerial issues: from the technicalities of data flows and process mapping to the politics of e-government (Heeks, 2005), and/or
- to transform government (Spirakis, Spiraki *et al.*, 2010).

e-Government systems and services generally consists in handling the vast majority of administrative transactions through electronic integration and provision of services and information. The accessibility and rapidity of such online modes represent a real opportunity to improve hugely the internal administrative performance (Rombach et Steffens, 2009), to enhance coordination between different agencies, and to ensure faster delivered services for citizens.

e-Government systems are built on a large choice of Information Technologies including Internet, web sites, fixed or mobile phones, biometric identification, smart cards, RFID chips, and SMS or MMS. Government 2.0 is a more communicative and interactive version of e-Government, re-shifting the focus to citizens as active contributors to public affairs’ management mainly through the use of Web 2.0 social tools (e.g. social web, social software, social media, participative web and user-generated web, etc.) (Meijer, Koops *et al.*, 2012)

More recently, the incorporation of new services supported by public sector “open data” (Davies, 2015) and other digital technologies (IoT, Cloud and Big data), leads to the extension of the e-Government model by the Digital Government concept, and the adoption by several governments of a “digital by default” based strategy (GOV-UK, 2012).

2.2. e-Government Systems Customers

Analogous to the concept of e-commerce, one way of classifying e-government application is the categories of the targeted clients. It is based on distinction between e-services aiming to bring closer administrations to citizens and businesses, enabling them to deal with each other friendly and more efficiently, or empowering civil servants. Four types of e-Government are usually identified (Wirtz et Daiser, 2017) (Davies, 2015) (Bhatnagar, 2009) :

- Government-to-Citizens or G2C, relationships between public administrations and a citizen, such as income tax declarations, issuing certificates and licenses, registering vehicles, and exchanging information in any life situation ;
- Government-to-Business or G2B, online non-commercial transactions between government bodies and business, such as delivering permits, Tax collection, customs, e-procurement, electronic marketplace for government purchases ;
- Government-to-Government or G2G, data sharing and information exchange between governmental information systems with objectives of high impact on efficiency and effectiveness of transverse administrative process, such as crisis management, disaster response, Integrated Financial Management Systems, Elections' Management, International trading, etc. ;
- Government-to-Employee or G2E, focusing on transactions between government bodies and their employees in order to improve performance of agency, reinforce internal communication and reduce delays in processing requests concerning their career and professional promotion, such as e-payroll, pension applications, training information, e-training, etc.

On another hand, public services are extended through local e-Government systems which provide online means for people to get together, intensify demand and choice, increase local competition, reduce the cost of service delivery at the local level, and better functioning of the government system (Nabafu et Maiga, 2012) (Reddick, 2010).

Therefore, the stake of local e-Government is very significant as it is at the local authority level that all recipients (citizens, businesses, NGOs) make their requests concerning administrative procedures (Bounabat, 2009). This leads local governments under influence to provide efficient and effective e-government information and services as a result of increased accountability and performance management (Shackleton, Fisher *et al.*, 2004).

2.3. e-Government and e-Governance

The terms “e-governance” and “e-government” are often used identically, and it seems to be impossible to define fully separate borderlines around them. Nevertheless, it is necessary to make some distinction between the two terms. Indeed, the concept of governance is a broader notion than government (Bhatnagar, 2009) (UNESC, 2006). It generally involves :

- tasks of running a government or any appropriate entity for that matter ;
- interactions between local and central administrations, elected bodies and civil society ;
- processes whereby formal authorities define, influence and enact policies and decisions related to public affairs ;
- mechanisms, processes and institutions, through which citizens and groups articulate their interests, exercise their legal rights, meet their obligations and mediate their differences.

Therefore, while e-government can be seen as the use of IT to deliver efficiently public services, e-governance focus is principally on enhancing both administrative efficiency and transparency in a larger networked set of formal and informal institutions. Thus, e-governance encompasses an “e-democracy” dimension, as it increases citizen participation in the public decision-making process by facilitating transactions between concerned groups and the government. Consequently, efficiency and effectiveness, but also accountability and reduction of corruption, are reinforced in all levels of the government (Tan Yigitcanlar et Baum, 2008) (Meijer, 2007).

The most representative tool of e-Democracy is e-Voting which allows to consult the citizen about different issues and according to predefined modalities. Directly involved in the acceptance, change or total abrogation of a policy or a law, citizens are henceforth enabled to put ideas forward and defending them so as to make the right proposals. e-Voting also contributes to speed up the counting and reduce errors as well as costs, which is always important in democracies (Remenyi et Wilson, 2007).

2.4. e-Government Interaction models

Being based on e-Government evolution stages, different interaction models have been developed (Nixon, Koutrakou *et al.*, 2010) (Mellouli, 2014). Some models comprise four different steps or forms of interaction, others have five. However, there is a large degree of consensus at least on their incremental orientation, and on their potential use as maturity evaluation approach indicating the level to which IT is utilized to supply electronic public services.

Generally, the majority of e-Government interaction and service delivery models encompasses the five following main phases.

2.4.1. Phase 1 – Informational

In its informational phase, e-Government systems enable citizens to easily access to static information, eventually in an archived format, on governmental policy, laws, public services, relevant documentation, through downloading forms, reports, and brochures from official websites. The last increasingly offer multi-lingual, audio and video functionalities. At this level, e-Government services are often restricted to a presence on the web. Hence, there is no need of administrative process reform or re-engineering. The implementing agencies have only to digitize the available information and provide it on-line. Therefore, the informational e-services are not designed to support the rethinking of administrative processes, but only to reflect the structure of governmental agencies.

Example: Stage 1 – informational: The agency has a website that publishes information about the good or services to obtain or to buy. Businesses have read-only access and can download documents.

2.4.2. Phase 2 - Interactional

This phase includes informational capabilities and permits simple forms of browsing, exploring and interacting with data (information via e-Mail, downloading forms or search government databases), allowing agency's customers to ask questions, make complaints, and/or perform electronic searches and calculations based on specific criteria. At this level, agencies have to determine the access modes or using the available information on its official website, the rules for opening certain information, the relevant target audience for specific information sets, and the means to make information easier to find, and as well to enrich customer's experience.

Example: Stage 2 - interactional: The service is informational. Additionally, the agency permits potential tenderers to ask questions about the procurement. They can also access the agency databases for further information.

2.4.3. Phase 3 - Transactional

Transactional capabilities conduct complete online transactions by the engagement of secure, and often real-time, two-way communication with customers, such as permits and licenses application, taxes declarations and payment, public tenders responses, and e-voting. To set-up successfully transactional services, agencies have to address technically challenging issues related to online service standards definition and establishment, security and privacy protection, back-office reinforcement, and eventual redesign of administrative processes. Legal issues can be also raised, especially, these related to online deployment of transverse public services.

Example: Stage 3 - Transactional: A noticeable evolution from Stage 2, where the agency permits the eligible tenderers to submit their technical and financial offers in a secure and authenticated way, and engage in transactions with them. The authentication system has been set-up, and the agency knows who each tenderer is.

2.4.4. Phase 4 - Transformational

In this phase, with integrated-service oriented approach, government appears as a single organization for its customers offering them electronically administrative service packages meeting their needs (Gottschalk et Solli-Sæther, 2009a) (Gouscos, Kalikakis *et al.*, 2007), as it encompasses complete process chains between government and its customers. All kinds of boundaries between different departments and agencies are removed, through the interoperability of their information systems. In this stage, the governmental bodies internal organizations and governance are often revised in order to implement seamless services in an integrated and customer-centric mode. Stronger collaboration between public agencies is also required at numerous levels: sharing information, shared processing, secured data exchange, regulatory harmonization, and Interoperability General Framework implementation (Gottschalk et Solli-Sæther, 2009b). In the past few years, this type of change led to the transformational government (t-Government), which is a mixture of e-Government, business process re-engineering and business-scope re-definition (Bannister et Connolly, 2011).

Example: Stage 4 - Transformational: In addition to the level of secured access allowed in stage 3, the agency can proceed to automated checking of the potential suppliers eligibility. This inspection is made through a seamless exchange of information with other governmental systems about each tenderer administrative and fiscal situation, his solvability, etc.

2.4.5. Phase 5 - Connected

Both transformational and participatory, e-Services empower citizens to provide input to the formulation of policies, and so as to be more involved in this proactive decision-making process. Definitely citizen-centric, this approach is generally based on the use of interactive tools (such as Web 2.0) (Meijer et Thaens, 2010), and the adoption of life cycle events and the stakeholders' platforms interoperability to develop appropriate public e-services. When it is driven by social media (Gohar Khan, 2015), network technologies lead to the emergence of new social forces, with enhanced self-organization of individuals, and more capabilities of creative thinking. This new balance can constitute a clear rupture in classical modes of distribution of tasks and duties between citizens and public administration (Di Maria et Micelli, 2005).

The term e-government 3.0 denotes current new tendencies in connected government to achieve greater level of integration through the use of semantic web, public information infrastructure, and all the new communication media (Vlahovic et Vracic, 2015). The objective here is an advanced automation and autonomy of pervasive e-services, connecting everything with everyone in order to solve societal problems and ensure resource optimization and citizen well-being, through civic and enterprise collaboration.

Example: Stage 5 - Connected: including stage 4, this level contributes to increase the procurement process transparency, by taking into account other criteria than the minimum price, in order to choose the best suppliers. Among these criteria, we mention: tenderers' reputation, their respect of common values as environment protection or privacy. Such information can be obtained through the involvement of other stakeholders: civil society, professional associations, citizens, etc.

2.4.6. e-Government maturity assessment

The five evolution phases, from informational web sites to the connected government, provide a systematic framework for carrying out benchmarking and performance improvement of e-Government systems. Such evaluation framework can be applied to build and/or to understand maturity models assessing how different public agencies perform in their development of e-Government services (Lee et Hoon Kwak, 2012) (Gonçalves et Pannetier, 2014) (Rombach et Steffens, 2009).

This assessment is useful to elaborate both "as-is" and "to-be" positions of an administration's e-Government program, and thus perform strategically linked uninterrupted improvement of the achievement's process.

3. Trends in e-government

Now, e-government is perceived as a powerful instrument for states to make public administration more performing, and to support broader economic development. Nevertheless, its development still faces various challenges driven by the increasing needs for innovation, interoperability and service delivery quality. New mega-digital trends are determinant for governments to meet all these demands and to lead necessary and adequate reforms in public services and processes.

3.1. Modernizing and Innovating Administrations in the digital era

Good customer service targets the improvement of the relationship with end-user. In the context of public context service and thanks to the technology, end-user has become, mobile, more demanding and expecting to benefit from government services digitally and 24/24 and 7/7. In this vein, governments have no other choice but to align services based on citizens, not internal government processes.

Moreover, and due to the fact that government has long been seen as a heavily paper-based system, any service online implementation project has an important boosting impact on the innovation process inside the public sector. Such decision can represent a real opportunity to rethink, redesign and document administrative structures, processes and actions.

Indeed, a successful adoption of development approach based on "customer-centric", "Once only" or "whole-of-government" principles, needs to re-examine and to reorganize the administrative back office, and even re-engineer targeted services, in order to make them more strategically aligned, agile, interoperable, efficient and reliable. The final objective here consists in providing governmental structures with the technical infrastructure and informational capacity to offer electronic public services that deal with customers' needs in a seamless end-to-end way.

3.2. Government Systems Interoperability

Government Systems Interoperability (GSI) is the ability of disparate and diverse public administrations to interact towards mutually beneficial and agreed common goals, by sharing information and knowledge and by integrating business processes through means of common standards. In a narrow sense, the term interoperability is often used to describe technical systems. In a broad sense, social, political and organizational factors influencing systems and systems performance are also taken into account (Gottschalk et Solli-Sæther, 2009b) (Bounabat, 2013).

By connecting government agencies both vertically and horizontally, GSI ensures both a seamless access starting from a single window and easily exchanging of secure data through an interoperability platform. This is a real gateway interconnecting all administrations and ensuring single access to public e-services, as well as simplified production of e-forms and e-services for all departments.

On another hand, elaboration and application of Interoperability General Framework are also strongly recommended as “must-have” GSI initiatives. This framework defines norms and standards setting out the technical policies and specifications that all systems need to comply with in order to communicate across or with the public sector (Pratchett, 2004). It is the case of the European Interoperability Framework (EC, 2010).

3.3. Integrated Service Delivery

The objective here consists in developing innovative and convivial interfaces focused on providing users with easy and transparent access gate to all government information and services. This access operates generally as a “portal – front-end” to the Government Gateway, facilitating the organization of public services around the “citizen-centric” principles.

It is a concretization of the concept of joined-up Government (OECD, 2008a) (IPA, 2009), which addresses successfully fragmented structures for public service delivery, by:

- Setting-up governmental virtual single entry points that enable citizens and businesses to transact seamlessly and simultaneously with several departments and agencies, and that help governments to transcend traditional “silos”;
- Allowing the customers to develop a personal profile permitting them to:
 - i) interact with public agencies via electronic forms, containing beforehand certain relevant personal data available through secure channels;
 - ii) provide personal information to different administrations simply in one single electronic transaction.

This integrated approach to e-government and online service delivery, has accompanied the growing importance attached to the “Whole-of-Government” (WoG) approaches adopted when public service agencies work together across organizational portfolio boundaries in a shared response to particular issues (UNDESA, 2016).

3.4. Multi-channel Service Delivery

e-Government allows the public sector to adapt its front office, by giving its customers a choice of accessing services via multiple online and offline channels, that accommodate their needs. Multi-channel service delivery has been referred as follows: “Multi-platforms must enable users to benefit from new technologies and infrastructure improvements ... Moreover, alternative access platforms will facilitate e-inclusion, also for people with special needs (IDA, 2004).

In this objective, it is important to consider the various channels enabling administrations to offer fully automated services that can be provided on a 24*7 basis : web portal, email, SMS, mobile apps, social media, public kiosks, Call centre, Counter, Interactive Digital TV, Global Positioning Systems (GPS), Interactive Voice Response systems, Public Internet Access Points websites and intermediaries through public-private partnerships, in selecting the right channel for the right service targeting the specific audience (UNDESA, 2016).

Thanks to the stunning proliferation of mobile devices, multi-channel Innovative initiatives focus on reaching citizens through mobile-Government systems (or m-Gov). It consists in extending e-Government to all kinds of wireless and mobile technology, services, applications, and devices to help governments become more efficient (ITU-OECD, 2011). The adoption of mobility has become an indispensable tool for the public sector, and especially cost-constrained governments, in achieving its objective of proximity to citizens, meeting their demands, and delivering services for the future.

When formulating and implementing a multi-channel strategy in public sector, several aspects have to be taken into account (Giritli Nygren, Axelsson *et al.*, 2014) (Giritli Nygren, 2010) (Pieterse, 2009) : the needs and preferences incentives, interpretations of both customers and employees, the internal organization of agencies, demands, resources and restrictions, and the local norms, potentials and expectations.

Finally, and besides important selection features as directness, speed and security, a multi-channel strategy has, in priority, to bridge e-Government divides by reaching out disadvantaged and vulnerable groups and find smart ways to increase usage of online services. (UNDESA, 2014).

3.4.1. Towards Digital Government

Major digital technology trends namely big data, analytics, mobility, social media, Internet of Things (IoT), cloud and Artificial Intelligence allow governments to create value from efficient and cost-effective public services, but also to lead profound reform of these services.

This is a new paradigm known as Digital Transformation of Government, or digital Government. The following section has as objective to demonstrate how a Government can make a fundamental shift in mind-set, to generate value from these major digital trends while driving profound transformation of public services and processes.

4. Digital Government

New digital solutions are more and more perceived as real pillars for enterprises strategies to become more performing and to concretize unprecedented business opportunities. Therefore, the new persistent digital citizens' behaviors and expectations become strongly influenced by their experiences with the private sector, and more personalized and demand-driven. Moreover, new digital solutions have tangible benefits on economic competitiveness, business environment, society and quality of life (Accenture, 2014a) (IA-CIO, 2016). This shift addresses key transformational principles as the citizen-driven model, the open government principles, the Data Potential Unlocking, the "digital by default" imperative and the digital security challenges.

4.1. What is Digital Transformation?

Today's organizations use the newest digital solutions, explicitly Social, Mobile, Analytics and Cloud (SMAC) to boost operational efficiency and to take full advantage from unprecedented moneymaking business opportunities. Indeed, ubiquitous connectivity, strong mobility, intuitive and user-friendly interfaces and new transactions channels are changing any business services landscape for production, marketing, provision, access and utilization. This change leads to the digital transformation of the organization defined as is the process of re-thinking a business model or processes in order to meet ever-changing market demands and to radically improve enterprises performance. Such transformation is achieved in light of newly acquired knowledge gained via value-added (Schallmo et Williams, 2018) (MIT-Capgemini, 2014).

4.2. What is Digital Government ?

Inspired from business sector's experience, and faced with new policy issues, and new security challenges, and demanding fiscal environments, public administration has to set-up digital solutions to transform its customers (citizens and enterprises) experience and service delivery. Such initiatives perimeters and scope look beyond traditional portal-based e-government systems consisting in using technology to make existing governmental services available online and/or through mobile devices.

Big Data, Open Data and analytics foster analysis of huge amount of data collected using a wide range of devices or applications, thus forming future-proof sound decisions. These technologies create foundation for transformational government (Harsh et Ichalkaranje, 2015) (Mickoleit, A. (2014) by creating real-time solutions to challenges in agriculture, health, transportation, ensuring foster collaboration, and ushering in a new era of policy- and decision-making. (Bertot et Choi, 2013).

Moreover, Cloud Computing enables ubiquitous, convenient, secured, on-demand network access to a shared pool of resources, whether they are networks, servers, storage, applications or services. Thus, governmental departments are not any more obliged to house and manage their own IT infrastructure, which implies an increasing agility and huge operating costs reduction.

Increasingly and around the world, new social-media technologies and platforms are recognized by public services as efficient means to enhance the quality of their communications with their customers (Mickoleit, 2014). Citizens and businesses can now and more freely, formulate their needs, critics and opinions to governmental organizations.

Thus, the transition from analog to digital government represents an optimal use of electronic communication channels to (Accenture, 2014a) (NICTA, 2014) (Accenture, 2014b) :

- improve citizens satisfaction in service delivery, with the possibility enabling citizens to commission, co-design and co-produce public services ;

- forge new levels of both institutional engagement and trust, as political communication can be made in two way, with voters and parties speaking to one another dynamically in real time;
- achieve a better functioning of public agencies with a positive impact on economic competitiveness and prosperity, as their organizations become more flexible, networked, and purpose driven.

This end-to-end digitalization process - business models, design development and delivery- of public e-services, makes traditional e-government methods seemed to be “so passé” with an increasing need for agencies to turn their focus from automation and cost-cutting to citizens and businesses experience and innovation (Gardiner, 2015).

4.3. Digital Government Strategies

Numerous national and regional Digital Government strategies are developed in order to improve government services, to increase competitiveness, and to open up more opportunities for citizens. These strategies usher in a fundamentally different approach to the design and delivery of public sector services. We can mention among others:

- In USA, the Digital Government Strategy (DGS) (WH, 2012), complementing several other national initiatives, and particularly the 25-Point Implementation Plan to Reform Federal Information Technology Management (IT Reform) (Kundra, 2010). The DGS sets out to achieve three strategic objectives:
 - i) enabling access to high-quality digital government information and services anywhere, anytime, on any device;
 - ii) ensuring opportunity to procure and manage devices, applications and data in smart, secure and affordable ways; and
 - iii) unlocking the power of government data to spur innovation and improve services quality.
- In Great Britain, the Government Digital Strategy proposes 14 actions to transform government in order to become digital by default. This means digital services which are so straightforward and convenient that all those who can use digital services will choose to do so, while those who cannot are not excluded (GOV-UK, 2012).
- The new European eGovernment Action Plan 2016-2020, coming after the Europe 2020 strategy (EC, 2012a) and the Digital Agenda for Europe (DAE) (EC, 2012b), all established to create a smart, sustainable and inclusive Europe able to compete globally, across sectors. Openness, transparency, collaboration, “digital by default” and “crossborder by default” were principles to be observed to go forwards (EC, 2014). The European eGovernment Action Plan 2016-2020 has three policy priorities to: (i) use key Digital Enablers, (ii) increase citizens and businesses mobility by cross-border interoperability, and (iii) facilitate digital interaction between administrations and citizens/businesses for high-quality public services (EC, 2015).
- In Australia, many governments launched their digital government strategies. The Victorian Government’s digital strategy aims to ensure that the Government and all its customers interact effectively and productively online. It is a real transformation towards a new customer-centric state where the digital presence is organized for and around citizens, businesses and communities (KPMG, 2013).

4.4. Digital Government Key Issues

The shift from e-Government path, targeting greater organizational efficiency, to a digital Government based approach, addresses key transformational issues: adoption of citizen-driven model, new governance mode based on open government principles, Data Potential Unlocking, “digital by default” imperative and digital security challenges.

4.4.1. Citizen-driven Model for a more Open Government

Today’s focus is on technology as an enabler for a connected government supporting democratization by providing the means for politicians to be better informed about public opinions, empowering citizens’ participation in real-time political consultations, involving them the process of public services’ co-design co-creation and increasing their use of social networking to influence political processes.

Therefore digital transformation of the government is more and more based on a Citizen-driven model, placing citizen participation at the heart of the governmental services design, development and management process (NICTA, 2014) (Gohar Khan, 2015);

The Citizen-driven model means that agencies give priority to customers’ needs by making easier both required information finding and sharing, and important administrative tasks accomplishment. This model targets a high-standard of timely data, informative content, simple transactions, and seamless accessible two-way interactions.

This will ensure citizens to build their own set of public services adapted to their personal needs at different stages of their lives.

Consequently, public agencies role is transformed, as they target not only a high quality service provision, but also stronger collaboration with citizens, businesses, and other administrations, more democratic participation of all the recipients, and better lessening of social preoccupations. Such new governance modes are complementing traditional ones, making them more agile to drive policy-making processes. They also help them to become more transparent, collaborative and participatory, leading to the establishment of an “Open government” (Davies, 2015). As illustrative example, Victorian Government’s digital strategy in Australia is based on a customer-driven principle, with objectives of productivity improvement by reducing customer effort, organizing the information on the basis of citizens and business’s needs, and ensuring better relevance, accessibility and security for the content and the online experience.

On another hand, the USA/DGS adopted a resolute “Customer-Centric” approach, influencing both modes of data creation, management and delivery, and allowing customers to shape, share and consume information, whenever and however they want it. For this strategy, digital services must be designed and delivered with customer service first in mind and reflect the technologies used by today’s customers (WH., 2012). Therefore, absorbing the Government complexity is reached by developing innovative, transparent, customer-facing, value-added products and services efficiently and effectively. In same perspective, measurement of performance and customer satisfaction is institutionalized and applied as unavoidable practice in order to improve public service delivery. Consequently, common analytics and customer satisfaction measurement tools were identified to enable the aggregation of the collected data at the federal level, and governmental agencies were required to use tools on all “.gov” websites within 6 months.

4.4.2. Data Potential Unlocking

The progress towards a more participative governance way is possible thanks to the large quantities of online data provided through e-Government services and which can be analysed by all the stakeholders, to ensure that public actions are really suitable to fit society’s needs and goals. In this perspective, more and more governments decide to open up their data, in order to realize to improve transparency and accountability (Blake Johnson, 2011).

Open Government Data (or Open Data) principles refer to unrestricted access to government information, excluding personal information and security sensitive data from governments. The broader understanding of Open Data perceives it as data that is (Davies, T. *et al.*, 2013) (Davies, 2014) :

- Generally accessible online as evidenced by, for example, its inclusion in a national data portal, or the fact that it is being widely accessed by a range of actors operating independently of one another ;
- Machine readable as evidenced by use of non-proprietary digital formats, and the data being structured in ways that allow it to be filtered, sorted, reshaped and manipulated without copying/pasting or re-typing in data ;
- Practically / legally re-usable which may involve the availability of an open license that grants explicit permissions, or may involve the existence of wider legal or cultural frameworks that enables the practical re-use of the data.

Open Data exploitation contributes to the development of tailored dynamic, responsive, user-friendly governmental e-services, able to anticipate trends, produce forecasts and set priorities through data analytics possibilities. By developing these capabilities, structured and unstructured data analytics is definitely considered as a core competency making government smarter (Deloitte, 2011).

Implementation of data-driven culture in public sector is strongly recommended by International Organizations, while numerous governments have built their digital transformation strategies upon the unlocking of Data potential. Indeed, OECD recommends to develop frameworks to enable, guide, and foster access to, use and re-use of, the increasing amount of data to increase openness and transparency, and to incentivize public engagement in policy making, public value creation, service design and delivery (PGC, 2014).

Another example comes from USA/DGS which has adopted an “Information-Centric” approach moving agencies from managing “documents” to managing discrete pieces of Open Data and content which can be surfaced as the best information and made widely available through a variety of useful formats. On another hand, the economical potential of government data is also a main key driver for Open Data initiatives. Indeed, transparency of government rules and decisions, reduce risks and transaction costs for businesses, while equal access to information contributes to reduce corruption and strengthen competition.

Furthermore, Open Data is perceived as “digital fuel of the 21st century”, a reusable raw material supporting new economic activity and niche markets. New ways of aggregating and analysing data within and across agency boundaries will lead to new opportunities for innovation based on Open Data principles where possible and in full compliance with privacy laws (Van der Meulen, 2016). Such innovation initiatives can transform Open Data in an “anywhere, anytime” meaningful contextualized information, pro-actively pushed to citizens on the basis of

their profiles and via smart technologies and devices. Therefore, Open Data potential can lead to strong creation of employment and new “start-up” firms.

4.4.3. The “Digital by default” imperative

To achieve digital government objectives, numerous states have adopted a “Digital by default” (DbyD) policy (GOV-UK, 2012) (GSA, 2014), making digital services the default channel for public services delivery as well as for internal and external interactions. The digital channel is sometimes even placed as primary mean for delivery of government information and services (KPMG, 2013).

Such movement towards greater digitalization in the public sector is accelerated by expected costs reduction. For example, in United Kingdom, making services Digital by Default, can imply an estimated saving of between £1.7 and £1.8 bn per annum (Cabinet Office, 2013). It is no longer a simple case of channel shift. People expect to be remembered when they return to a website. Therefore, harnessing customer data to make available personalized and relevant digital experiences is an appropriate approach to make people switching to lower cost online channels. In this perspective, use of open standards, mutualized platforms, and increased market choice can boost both DbyD effort and progressive convergence on cheaper and standard public services (Fishenden et Thompson, 2013). It is, for example, the case of USA/DGS “Shared Platform” approach helping to work efficiently and consistently both within and across agencies, as well as making the most use of resources by “innovating with less” and reducing duplication.

4.4.4. Digital Security challenges

Digital government is based on unprecedented open release of government information, coupled to high-volume exchange of highly sensitive and/or personal data information, among government agencies and with their customers. At the same time, digital trends such as cloud computing, mobility, social media, big data, and artificial intelligence give rise to several scary security challenges as well as concern for citizen privacy. The success of digital government program depends on how well it meets these challenges and how good it can deal with numerous potential threats ranging from simple act of hacking to cyber-terrorism.

In the light of these considerations, the OECD recommends strongly ensuring balance between the need to provide timely official data and the need to deliver trustworthy data, as well as managing risks related to increased data availability in open formats, and these related to digital security and privacy issues (PGC, 2014). To ensure this balance, it is often necessary to elaborate and apply special legal arsenal in terms of data protection and vulnerability risks management. Specific certifications of security management systems, as ISO/IEC 27001 (ISO, 2018), are also strongly recommended.

4.5. Technical Prerequisites

Any digital Government initiative encompasses specific technical prerequisites related to the IT maturity level of the concerned public entities, especially their readiness to use advanced digital technology, the opening and interoperability of their information systems, and their capabilities to supply integrated multiple channels services. To take up these technical challenges, it is essential to adopt best practices of IT governance and adapt them to governmental context, and especially in dealing with:

- persistent legacy made up of isolated and heterogeneous information systems generally acquired on a case-by-case basis, and then extremely difficult to evolve and to digitize;
- apparent contrast between large modernization and digital projects: with legacy, data takes centre stage – what it is, where it is, how to get to it, and how to integrate with it. With digital, the approach is outcome-based and citizen-centric. In this vein and thanks to its capabilities of connecting and hosting central core databases, cloud technology can remove many digital implementation barriers, and therefore help government to set-up a new delivery model;
- lack of interoperability of governmental systems that harms easy seamless exchange of secured data through public sector, as well as provision of better services at lower costs, and favouring the emergence of digital governmental services small islets, developed without real coordination between technical staffs;
- low level of governmental data quality (Belhiah, Bounabat *et al.*, 2015) due to differences in their standards, formats, codifications and semantics. Moreover, a non-compliant publishing mode of open data can harm all efforts in developing relevant applications unlocking governmental information potential;

The right digital technology choice able to help the public agency to accomplish its mission, and to efficiently respond to changes related to new administrative organization, legal arsenal evolution and adaptation, socio-economic conditions, and ever-demanding customers.

When not treated, these deficiencies can induce dissatisfaction and rejection of users, disturbance of operational functioning, errors of strategy, and increase of costs.

In this perspective, digital government infrastructure has to be reinforced by privileging the principles of common and open standards, secured Integration frameworks, mutualization of digital resources, and strong technological convergence.

5. Conclusion

Commencing from a multidimensional introduction of the e-government foundations (types, customers, interaction), we arrived at a set of new trends determinant for integrated and innovative public e-services development, particularly the predominant role played by digital SMAC technologies in this transformation. We then discussed key transformational issues that are therefore addressed: adoption of citizen-driven model, data Potential Unlocking, the “digital by default” imperative, and the digital security challenges.

The identification and discussion of specific technical prerequisites constitute only a first, small step on the road towards digital government. Such transition offers many opportunities but also major challenges. Future research should deal with all barriers encountered when developing digital government inclusive initiatives, mainly related to: (i) required regulatory issues addressing the most sensitive questions of national sovereignty, personal privacy, balancing national security and individual rights and the challenges posed by the “internet of things” (Silverman, 2017); and (ii) the institutional design (decision-making rules, policy design processes, evaluation mechanisms, etc.) affecting the collaboration process and network configuration proper to each government and its bodies (Sandoval-Almazán, R., Luna-Reyes, *et al.*, 2017).

Another axe to explore is identification and modelling of customer code Halo effect [702, 703, 704] in service public case. It can be defined as the digital footprints left by a citizen or an enterprise in his daily online interaction with public administrations. It is a very useful tool for detecting and evaluating the customer behaviours, and thus better targeting his needs in a proactive manner. Complementary and/or improved online public services can therefore be rapidly identified and proposed. Halo Code is the new basis of performance, helping government agencies to become intuitive in providing high quality citizen services, and to transcend from electronic to smart Government (Rubel, 2011).

6. References

- Accenture. (2014a). *Digital Government Pathways to Delivering Public Services for the Future. A comparative study of digital government performance across 10 countries*. Accenture.
- Accenture. (2014b). *Delivering Public Service for the Future: How Europe can lead Public-Sector Transformation*. The European Centre For Government Transformation. Report: the Lisbon Council asbl, the College of Europe and Accenture.
- Bannister, F., Connolly, R. (2011). *Trust and transformational government: A proposed framework for research*. Government Information Quarterly 28(2), pp: 137-147.
- Belhiah, M., Bounabat, B., Achchab S. (2015). *The impact of data accuracy on user-perceived business service's quality*. 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2015 ; Aveiro ; Portugal ; 17-20 June 2015.
- Bertot, J.C., Choi, H. (2013). *Big data and e-government: issues, policies, and recommendations*. 14th Annual International Conference on Digital Government Research, June 17-20, 2014, pp 1-10.
- Bhatnagar, S. (2009). *Unlocking E-Government Potential. Concepts, Cases and Practical Insights*. SAGE Publications.
- Blake Johnson, N. (2011). *The Open Data Playbook for government*. A GovLoop Report. Washington DC, 2005.
- Bounabat, B. (2009). *Methodology for Local e-Government Qualitative Evaluation in Developing Countries*. International Conference on e-Government Sharing Experiences. Antalya, Turkey 08-11 December 2009.
- Bounabat, B. (2013). *Interoperability of Moroccan Administration Governmental Systems*. World Bank Report, Rabat. June 2013.
- Cabinet Office. (2013). Policy paper - Government Digital Strategy. UK, Cabinet Office. London, 10 December 2013. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/government-digital-strategy/government-digital-strategy>.
- Davies, T., Perini, F., Alonso J.M. (2013) *Researching the Emerging Impacts of Open Data*. World Wide Web Foundation, ODDC.

- Davies, T. (2014). *Open Data in Developing Countries: Emerging Insights from Phase 1*. World Wide Web Foundation, ODDC.
- Davies, R. (2015). *eGovernment Using technology to improve public services and democratic participation*. European Parliamentary Research Service. September 2015.
- Deloitte (2011). *Unlocking growth. How open data creates new opportunities for the UK*. Deloitte Analytics Institute. Deloitte LLP, 2011.
- Di Maria, E., Micelli, S. (2005). *On Line Citizenship: Emerging Technologies for European Cities*. Springer, 2005 edition. ISBN-10: 0387234748, ISBN-13: 978-0387234748.
- EC (2010). *European Interoperability Framework (EIF) for European public services Annex 2*. European Commission. Bruxelles, Decembre 16th, 2010.
- EC (2012a). *Europe 2020*. European Commission, Brussels, 2012.
- EC (2012b). *Digital Agenda for Europe Scoreboard 2012*. European Commission, Brussels. June 2012. Available at: http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/index_en.htm
- EC. (2014). *Delivering on the European Advantage? How European governments can and should benefit from innovative public services*. eGovernment Benchmark. European Commission, CONNECT, Capgemini, IDC, Sogeti, IS-practice and Indigov, RAND Europe and the Danish Technological Institute. May 2014
- EC. (2015). *European eGovernment Action Plan 2016-2020*. European Commission, Brussels. Available at: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-egovernment-action-plan-2016-2020>
- Fishenden, J., Thompson, M. (2013). *Digital Government, Open Architecture, and Innovation: Why Public Sector IT Will Never Be the Same Again*. Journal of Public Administration Research and Theory 23 (4). pp: 977-100.
- Gardiner, B. (2015). *Where e-gov looks to improve existing processes, digital gov means service transformation and innovation*. 10 December, 2015. Available at: <https://www.cio.com.au/article/590551/e-government-pass-digital-government-future-report/>
- Giritli Nygren, K. (2010). *Monotonized administrators and personalized bureaucrats in the everyday practice of e-government. Ideal-typical occupations and processes of closure and stabilization in a Swedish municipality*. Transforming Government: People, Process and Policy. Volume 4, Issue 4, pp. 322-337,
- Giritli Nygren, K., Axelsson, K., Melin, U. (2014). *Multi-Channel Service Management in Public Sector – Three Interpretative Frames Illustrating E-government and Work Practice in a Swedish State Agency*. Electronic Journal of e-Government, Vol. 12, Issue 1, pp 115-128.
- Gohar Khan, G.F. (2015). *Social Media-based Government Explained: Utilization Model, Implementation Scenarios, and Relationships*. Case Studies in e-Government 2.0. Changing Citizen Relationships. ISBN 978-3-319-08080-2 ISBN 978-3-319-08081-9. Springer International Publishing Switzerland, pp 15-28.
- Gonçalves, G., Pannetier, C. (2014). *E-government services*. INTERREG IVC analysis report, 2014.
- Gottschalk, P., Solli-Sæther, H. (2009a). *E-Government Interoperability and Information Resource Integration: Frameworks for Aligned Development*. IGI Global, 2009.
- Gottschalk, P., Solli-Sæther, H. (2009b). *E-Government Interoperability and Information Resource Integration: Frameworks for Aligned Development*. Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Gouscos, D., Kalikakis, M., Legal, M., & Papadopoulou, S. (2007). *A general model of performance and quality for one-stop e-government service offerings*. Government Information Quarterly, 24(4), 860-885.
- GOV-UK (2012) *Government Digital Strategy*. Cabinet office, November 2012. Available at: <https://www.gov.uk/government/collections/government-digital-strategy-reports-and-research>.
- Griffin, D., Trevorrow, P., Halpin, E. (2007). *Developments in e-Government*. A Critical Analysis. IOS Press
- GSA. (2014). *Digital by Default Declaration*. Government of South Australia, Department of the Premier and Cabinet. November 2014. Available at: <http://digital.sa.gov.au/resources/topic/digital-government/digital-default-declaration>.
- Harsh A., Ichalkaranje, N. (2015) *Transforming Government to smart Government*. L.C. Jain et al. (eds.) Intelligent Computing, Communication and Devices, *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer India 2015 DOI 10.1007/978-81-322-2012-1_2.
- Heeks, R. (2005). *Implementing and Managing eGovernment: An International Text*. SAGE Publications Ltd; 1 edition, London. November 23, 2005.
- IA-CIO. (2016). *The 12th Waseda - IAC International e-Government Rankings Survey 2016 Report*. International e-Government, Waseda University and International Academy of CIO. July 2016, Tokyo, Japan.
- IDA. (2004). *Multi-channel delivery of eGovernment services*. European Commission, IDA-Interchange of Data between Administrations Program. June 2004.
- IPA. (2009). *Joined-Up Government*. Research Division, Institute of Public Administration, the Government of Hong Kong. April 2009, available at: www.eu.gov.hk
- ISO (2018). *ISO/IEC 27000:2018 - Information Security Management Systems*. International Organization for Standardization, 2018. Available at: <https://www.iso.org/standard/73906.html>.

- ITU-OECD. (2011). *M-Government: Mobile Technologies for Responsive Governments and Connected Societies*. International Telecommunications Union, ITU Report. 2011, available at: www.itu.int/ITU-D/cyb/app/m-gov.html.
- KPMG. (2013). *Victorian Government Digital Strategy customer-driven, digital first*. The Digital Government Branch of the Innovation, Services, Small Business and Technology Division. State Government Victoria, 2013.
- Kundra, V. (2010). 25 Point Implementation Plan to Reform Federal Information Technology Management. U.S. Chief Information Officer.
- Lee, G., Hoon Kwak, Y. (2012). *An Open Government Maturity Model for Social Media-Based Public Engagement*. Government Information Quarterly 29(4), pp 492–503.
- Lemuria C., Bélanger, F. (2005). *The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors*. Information Systems Journal, Vol. 15 (1), pp 5–25.
- Meijer, A., Thaens, M. (2010). *Alignment 2.0: Strategic Use of New Internet Technologies in Government*. March 2010. Government Information Quarterly 27(2), pp 113-121.
- Meijer, A. J. (2007). *Holding e-Government to Account Renovating Old Forms of Public Accountability and Creating New Ones*. In Developments in e-Government D. Griffin et al. (Eds.) IOS Press.
- Meijer A, Koops B, Pieterse W, Overman S and ten Tije S. (2012). *Government 2.0: Key Challenges to Its Realization*. Electronic Journal of e-Government. Vol. 10, Issue, pp 59-69, available at: www.ejeg.com.
- Mellouli, S. (2014). *Ingredients for the Success of an eGovernment website*. Public administration review. Vol. 74, no. 2, pp 283-284.
- Mickoleit, A. (2014). *Social Media Use by Governments: A Policy Primer to Discuss Trends Identify Policy Opportunities and Guide Decision Makers*. OECD Working Papers on Public Governance, No. 26, OECD Publishing.
- MIT-Capgemini. (2014). *Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations*. Massachusetts Institute of Technology IT Center For Digital Business and Capgemini Consulting.
- Nabafu, R. and Maiga, G. (2012). *A Model of Success Factors for Implementing Local eGovernment in Uganda*. Electronic Journal of e-Government, Vol. 10, Issue 1, pp 31-46.
- NICTA. (2014). *New models for Digital Government: The role of service brokers in driving innovation*. National Information and Communications Technology Australia. November 2014.
- Nixon, P., Koutrakou, V., Rawal, R. (2010). *Understanding e-Government in Europe*. London, Routledge. 271-272.
- OECD. (2008a). *Ireland: Towards an Integrated Public Service*. The Organisation for Economic Co-operation and Development, OCDE Report, Paris.
- OECD. (2008b). *The Future Of E-Government - Agenda 2020 – Main Conclusions*. The Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD E-Leaders Conference 2008. The Hague The Netherlands 6-7 March 2008.
- PGC (2014). *Recommendation of the Council on Digital Government Strategies*. Public Governance Committee. Report Adopted by the OECD Council on 15 July 2014.
- Pieterse, W. (2009). *Channel choice: Citizens' channel behavior and public service channel strategy*. PhD dissertation, University of Twente, Enschede. Neetherland.
- Pratchett, L. (2004). *Electronic government in Britain - National Electronic Government Comparing governance structures in multi-layer administration*. Edited by Martin Eifert and Jan Ole Püsche. Taylor & Francis e-Library.
- Reddick, C. G. (2010). *Comparative E-Government*. Integrated Series in Information Systems, Volume 25, Springer Science.
- Remenyi, D., Wilson, D. (2007). *e-Democracy: An 'e' Too Far?*. In Developments in e-Government. D. Griffin et al. (Eds.) IOS Press.
- Rombach, D., Steffens, P. (2009). *e-Government*. Springer Handbook of Automation, Nof (Ed.), 2009.
- Rubel, T. (2011). *Smart Government: Creating More Effective Information and Services*. IDC Government Insights, 2011.
- Sandoval-Almazán, R., Luna-Reyes, L., Dolores, E., Luna-Reyes, D., Gil-Garcia, J., Puron-Cid, G. et al. (2017). *Building Digital Government Strategies*. Public Administration and Information Technology, Vol.16. Springer International Publishing. Series Editor. Christopher G. Reddick, San Antonio, USA.
- Schallmo, D., Williams, C. (2018). *Digital Transformation Now! Guiding the Successful Digitalization of Your Business Model*. SpringerBriefs in Business Ed, Ulm-Germany.
- Shackleton, P., Fisher, J., & Dawson, L. (2004). *E-Government services: One local government's approach*. In H. Lingeretal.(Eds.), *Constructing the infrastructure for the knowledge economy: Methods and tools, theory and practice*. New York: Springer.
- Silcock, R. (2001). *What is E-government*. Parliamentary Affairs. Vol.54, Issue 1, pp 88–101.
- Silverman, M. (2017). *Regulation of Digital Government. Leveraging Innovation to Improve Public Sector Performance and Outcomes for Citizens*. S. Falk et al. (eds.), Digital Government Springer International Publishing Switzerland.
- Spirakis, G. Spiraki, S., Nikolopoulos, K. (2010). *The impact of electronic government on democracy: e-democracy through e-participation*. Electronic Government, an International Journal. Vol. 7 (1), pp 75–88.

- Tan Yigitcanlar, T., Baum, S. (2008). *Benchmarking Local E-Government. Electronic Government: Concepts, Methodologies, Tools, and Application*. Ari-Veikko Anttiroiko, editor. IGI Global.
- UNDESA. (2014). United Nations E-Government Survey. 2014. *E-Government for the Future we want*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. New York, 2014.
- UNDESA. (2016). United Nations E-Government Survey. 2016. *E-Government in Support of Sustainable Development*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. New York, 2016.
- UNDPEPA, ASPA. (2002). *Benchmarking E-government: A Global Perspective: Assessing the Progress of the UN Member States*. Report: United Nations Division for Public Economics and Public Administration American Society for Public Administration, 2002. Available at: <http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/English.pdf>.
- UNESCO (2006). *Definition of basic concepts and terminologies in governance and public administration*. United Nations Economic and Social Council, Committee of Experts on Public Administration Fifth session New York, 27-31 March 2006. E/C.16/2006/4.
- Van der Meulen, R. (2016). *When Less Becomes More*. The Journey to Digital Government. May 26, 2016. Available at: <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/when-less-becomes-more-the-journey-to-digital-government/>.
- Vlahovic, N., Vracic, T. (2015). *An Overview of E-Government 3.0 Implementation*. IGI Global, 2015.
- WH. (2012). *Digital Government: Building a 21st Century Platform to Better Serve the American People*. White House, Washington. Available at: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/omb/egov/digital-government/digital-government-strategy.pdf>.
- Wirtz, B. W., Daiser, P. (2017). *E-Government: Strategy Process Instruments*. Textbook for the Digital Society. 2nd edition, Speyer. Available at: http://www.uni-speyer.de/files/de/Lehrstühle/Wirtz/WirtzDaiser_2017_EGovernment.pdf.

Etat de l'art

Context Aware Recommender System Algorithms: State of the Art and Focus on Factorization Based Methods

Algorithmes de systèmes de recommandation sensibles au contexte : état de l'art et focalisation sur les méthodes basées sur la factorisation

Fatima Zahra Lahlou

ALBIRONI Research Team, ENSIAS, Mohamed V University, Rabat, Maroc
fatimazahra.lahlou@um5s.net.ma

Houda Benbrahim

ALBIRONI Research Team, ENSIAS, Mohamed V University, Rabat, Maroc
houda.benbrahim@um5.ac.ma

Ismail Kassou

ALBIRONI Research Team, ENSIAS, Mohamed V University, Rabat, Maroc
ismail.kassou@um5.ac.ma

Résumé

Les systèmes de recommandation sensibles au contexte (CARS) représentent un important champ de recherche depuis leur introduction en 2001 par (Herlocker and Konstan, 2001) et (Adomavicius and Tuzhilin, 2001). Selon Adomavicius et al. (Adomavicius and Tuzhilin, 2011), les algorithmes de CARS peuvent être classifiés selon trois principales catégories: pré-filtrage, post-filtrage et algorithmes de modélisation contextuelle. Étrangement, et jusqu'à l'année 2010, presque aucun algorithme de modélisation contextuelle n'a été proposé, même si les systèmes de recommandations basés sur la modélisation peuvent théoriquement accepter des variables supplémentaires (ici variables contextuelles) (Karatzoglou *et al.*, 2010). A partir de l'année 2010, plusieurs algorithmes de modélisation contextuelle de CARS ont été proposés, la plupart fondés sur la factorisation. Dans cet article, nous présentons d'abord, et suivant un ordre chronologique, l'état de l'art des algorithmes de CARS qui sont indépendants du domaine. Ensuite, nous étudions les modèles de factorisation utilisés et proposons quelques possibles directions de recherche afin de développer des algorithmes de modélisation contextuelle plus performants.

Abstract

Context Aware Recommender Systems (CARS) have become an important research area since its introduction in 2001 by (Herlocker and Konstan, 2001) and (Adomavicius and Tuzhilin, 2001). According to the classification of Adomavicius et al. (Adomavicius and Tuzhilin, 2011), there are three main categories of CARS algorithms: pre-filtering, post-filtering, and contextual modelling ones. Surprisingly, until the year of 2010, almost no CARS modelling algorithms were suggested, even though contextual modelling recommender systems can theoretically accept more dimensions as contextual variables (Karatzoglou *et al.*, 2010). Starting from 2010, many contextual modelling CARS algorithms were suggested, most of them are built on factorization models. In this paper, we first present a state of the art of domain independent CARS algorithms listed following a chronological order. Then, we study factorization models used for the Context Aware Recommendation task and suggest some possible research directions for developing more performing contextual modelling CARS algorithms..

Mots-clés

Systèmes de Recommandation Sensibles au Contexte, Factorisation Matricielle, Factorisation de Tenseurs, Factorisation de Machines, Apprentissage Machine, Etat de l'Art.

Keywords

Context Aware Recommender Systems, Matrix Factorization, Tensor Factorization, Factorization Machines, Machine Learning, State of the Art.

1. Introduction

Recommender systems (RS) are systems that filter information depending on users' interests and suggest items to them that might match their preferences. Traditional Recommender Systems focus only on users and items when computing predictions. However, contextual information (such as time, weather, or accompanying persons) may influence user decisions. Indeed, the same item can be of interest to a user in a given context, and completely uninteresting in another one. For example, a user may book a hotel with business facilities for his/her business trip, and a different one with children's entertainment program for his/her family holiday. Therefore, contextual information should be considered in the recommendation process (Herlocker and Konstan, 2001) and (Adomavicius and Tuzhilin, 2001). Moreover, research proved that, in situation where context matters, including contextual information when computing recommendation improves its accuracy. Recommender Systems that consider contextual information are called Context Aware Recommender Systems (CARS).

The concept of "context" has been used in various disciplines as, Cognitive science, Linguistics, Philosophy, Psychology, Organizational Science, and Marketing in addition to Computer Science where it was studied in information retrieval, mobile computing, and e-commerce (Adomavicius and Tuzhilin, 2011). Therefore, many definitions of context have been suggested across these disciplines beyond dictionary definition that describes the context as: *"the influences and events related to a particular event or situation"*¹. For the computing domain, and especially for CARS, the most cited definition is that of Dey *et al.* (Dey, 2001): *«Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves.»*

The key idea of CARS is to consider, in addition to users and items, extra information related to context in order to provide more accurate predictions. To do that, a CARS's designer should answer to the main questions:

- i) how to get contextual data?
- ii) from what contextual data, which ones are relevant to recommendation purpose?
- iii) and how to introduce contextual data in the recommendation process.

To obtain contextual data, Adomavicius *et al.* (Adomavicius and Tuzhilin, 2011) listed three different approaches:

- explicitly, by asking direct questions to relevant people or eliciting this data through other means;
- implicitly, from the data or the environment; for example, temporal information can be extracted from the time-stamp of a transaction, and information about user localization can be detected by a mobile phone company. This approach is common on in mobile context aware application as most current mobile devices are equipped with sensors that inform about users' current context;
- even by inference, using statistical or data mining methods. As examples, authors in (Lahlou *et al.*, 2013a, 2013b, 2013c) studied situations of "hotel booking" and "buying cars", and inferred from users' reviews contextual information "Trip type" and "First use of the car" respectively.

Adomavicius *et al.* (Adomavicius and Tuzhilin, 2011) described three paradigms to incorporate the contextual information into the recommendation algorithm:

- Contextual pre-filtering. Contextual information are used to filter relevant set of data, then recommendations are computed using any traditional recommender system on the selected data.
- Contextual post-filtering. Context is initially ignored, and recommendations are computed using the entire data, then, resulting recommendations are adjusted depending on contextual information.
- Contextual modelling, where contextual information are used directly in the modelling technique in order to provide predictions. Examples of algorithms belonging to these paradigms are mentioned in the section 2 of this paper.

Since the introduction of the CARS research issue in 2001 by (Herlocker and Konstan, 2001) and (Adomavicius and Tuzhilin, 2001), and until the year of 2010, best performing CARS algorithms were pre-filtering ones. However, almost no modelling algorithms were investigated, even though the model based recommender systems algorithms could theoretically accept more dimensions as contextual variables (Karatzoglou *et al.*, 2010). Later, and starting from 2010, number of contextual modelling CARS algorithms have been suggested and outperformed previous pre-filtering techniques. Most of these modelling algorithms are built on factorization models.

CARS were applied in many domains where contextual information can be captured and have a strong impact on users' decisions, such as touristic point of interest recommendation (Setten *et al.*, 2004), (Ardissono *et al.*, 2003),

¹ Cambridge Academic Content Dictionary, <http://dictionary.cambridge.org>

news recommendation (Garcin *et al.*, 2013); Zelenik and Bielikova, 2012), Search Personalisation (Kramár and Bieliková, 2012) and many others. Many research papers proposed algorithms for specific domains. Fewer tackled the issue of CARS algorithmic more globally and proposed new algorithms that are domain independent.

In this paper, we are interested in the second class of CARS algorithms that are domain independent. It is worth to note that, despite some papers presented a survey on context aware recommender systems, as it is the case for (Adomavicius and Tuzhilin, 2011) and (Liu *et al.* 2013), to the best of our knowledge, any of them tackled the specific case of domain independent CARS algorithms. Furthermore any of them studied in depth major factorization models used in this research issue as it is the case here.

In this paper, we first present a state of the art of domain independent CARS algorithms published since the beginning of CARS issue. We list them following a chronological order in the second section. This step allows us to notice that contextual modelling CARS algorithms started to truly develop until the year of 2010, and that most of them apply factorization models. This leads us to ask about the strength of factorization models for the Context Aware Recommendation task. Therefore, we present, in the third section, major factorization models used for the Context Aware Recommendation task. In the fourth section, we discuss these factorization models and suggest some possible research directions for developing more performing contextual modelling CARS algorithms. Finally, the last section concludes the paper.

2. History of CARS algorithms

Since the emergence of the idea of exploiting users' contexts in recommendation computation in 2001, a multitude of research papers were written, presenting each time new approaches and algorithms. Some of them are domain dependent, as it is the case for CARS papers on touristic point of interest recommendation (Setten *et al.*, 2004) (Ardissono *et al.*, 2003), news recommendation (Garcin *et al.*, 2013) (Zelenik and Bielikova, 2012), Search Personalisation (Kramár and Bieliková, 2012) and many others. Other papers tackle the issue of Context Aware Recommendation more globally and aim to develop new algorithms that can be used in any application domain. In this section, we are interested in this second category of research papers that we aim to trace the chronological evolution. To do so, we present major contributions in CARS algorithms following a chronological order.

2001: The concept of considering contextual data in rating prediction was introduced, almost at same time, by (Herlocker and Konstan, 2001) and (Adomavicius and Tuzhilin, 2001) in 2001, where the notion of context was called as a "task" in the first paper, and "multi-dimensions" in the other.

(Herlocker and Konstan, 2001) was almost the first to highlight that, computing recommendations solely based on user' historical ratings, assumes that user' interests are independent of the tasks at hand, which is not mostly the case. Researchers presented in this paper what they called a "task-focused approach". This approach consists in first asking the user to specify a task profile, then items related to this task profile are identified using correlation between items, and finally, resulting items are ranked dependently to interest prediction using a traditional recommender system based on historical ratings. One can consider this algorithm as a pre-filtering CARS one, following the previous classification of Adomavicius *et al.* (Adomavicius and Tuzhilin, 2011).

Almost at the same time, authors in (Adomavicius and Tuzhilin, 2001) attested again that it is not sufficient to recommend items to users, instead recommender systems should support additional dimensions, such as time or place. For this task, they suggested a multidimensional model to store additional contextual information together with user ratings, using the On-Line Analytical Processing (OLAP) data warehousing technique (Chaudhuri and Dayal, 1997). This work will be later extended in (Adomavicius *et al.*, 2005).

Although algorithms presented in (Herlocker and Konstan, 2001) and (Adomavicius and Tuzhilin, 2001) were the first research works that incorporated context into recommendation, one of their major contribution was to spotlight a new trend in RS research: Context Aware Recommendation.

2002-2004: Some CARS works were proposed (Ardissono *et al.*, 2003) (Setten *et al.*, 2004), but all of them were domain specific. At the best of our knowledge, no work on domain independent contextual modelling CARS algorithm were published within this period.

2005: Adomavicius *et al.* (Adomavicius *et al.*, 2005) followed the OLAP multidimensional data representation as presented in their previous work (Adomavicius and Tuzhilin, 2001), and use a rating estimation method called "reduction-based" approach. This method consists of computing predictions using only the ratings that pertain to the context of the user. This reduction-based approach had the advantage of allowing to use any traditional two-dimensional recommender. Note that this approach belongs to the pre-filtering class of CARS algorithms.

In another work, Chen (Chen, 2005) suggested a CARS approach based on user-user collaborative filtering algorithm, where the main idea is to compute first the similarity between contextual variables, and then incorporate

context into prediction by adapting the user-user collaborative filtering prediction formula, where the ratings in the formula are replaced by what the author called weighted rating. This last one is as a measure that computes a pseudo rating for an user u on an item i under a context c .

In other words, in the classical user-user collaborative filtering, rating prediction of the active user a on item i is expressed as:

$$p_{a,i} = \bar{r}_a + k \sum_{u=1}^n (r_{u,i} - \bar{r}_u) \cdot w_{a,u}$$

where n is the number of best neighbours chosen and k is a normalizing factor. Authors of (Chen, 2005) proposed to replace the ratings ($r_{u,i}$) in the expression above by some computed **measure** they called weighed rating ($R_{u,i,c}$):

$$p_{a,i,c} = \bar{r}_a + k \sum_{u=1}^n (R_{u,i,c} - \bar{r}_u) \cdot w_{a,u}$$

Authors defined the weighted rating for a user a on item i with context c as the sum of ratings for the same user on the same item but on different contexts, weighted by the similarity between the context c and the other contexts.

2006: Oku *et al.* developed a first contextual modelling CARS algorithm: Context Aware Support Vector Machine (Oku *et al.*, 2006). The algorithm extends the Support Vector Machines (SVM) classifier, by adding axes of context to the feature space in order to consider the users' context. Authors conducted experiments showing that recommendations are improved when considering the context. However, using SVM for context aware recommendation is limited because of the high sparsity of data (Rendle *et al.*, 2011).

2009: Baltrunas and Ricci introduced a new CARS pre-filtering technique: the item splitting technique (Baltrunas and Ricci, 2009). This technique consists in, for each item whose ratings are significantly affected by a contextual variable, replacing this item by new items representing the couple (item, contextual variable). In other terms, one can consider that the item is split into sub-items, where each of them represent the item in a specific context.

Recommendations are then computed applying traditional recommendation algorithm on the resulting two-dimensional rating matrix, where original items are replaced by the new sub-items and contextual variables are omitted. Conducted experiments show that, when the splitting process results in homogeneous rating groups, (in other words when there are contextual variables that affect items ratings enough significantly) item splitting technique outperforms state of the art non-contextualized recommender systems. This work was extended later in (Baltrunas and Ricci, 2014). Also, other splitting approaches will be derived from the Item Splitting technique: User Splitting (Said *et al.*, 2011) and User Item Splitting (Zheng *et al.*, 2013).

Authors of (Panniello *et al.*, 2009) performed an experimental comparison between pre-filtering and post-filtering approaches across two datasets. For their comparison, they used as pre-filtering method what they call the *exact pre-filtering method*, which consists of using only the data that correspond to the specified context. They also conduct their study using two post-filtering methods: the *Weight* method, that reorders the recommender items depending on their relevance in the specific context; and the *Filter* method that filters out recommended items having small probability of relevance in the specific context. Their conducted experiments resulted in the fact that none of the methods always outperforms the other and so the best approach to use depends on the application itself.

It is interesting to observe that, until the year of 2010, even though the contextual modelling class of CARS algorithms could theoretically accept more dimensions as contextual variables, the only model that was investigated in this class was Support Vector Machines (SVM) (Oku *et al.*, 2006), as pointed out in (Karatzoglou *et al.*, 2010).

2010: Karatzoglou *et al.* developed a new CARS modelling algorithm based on Tensor Factorization and called Multi-verse Recommendation (Karatzoglou *et al.*, 2010). The intuition behind this algorithm is the same one behind Matrix Factorization used for traditional RS: factorize the rating matrix so as to model users, items and their interaction based on some latent features. Tensors are used, here, instead of matrices to represent multidimensional contextual rating matrix. Users, items, context, and their interactions are modelled using the High Order Singular Value Decomposition (HOSVD) method. Conducted experiments in (Karatzoglou *et al.*, 2010) showed that "Multi-verse Recommendation" outperformed not only standard non-contextual Matrix Factorization, but also up-to-date state-of the art context-aware recommendation approaches ((Adomavicius *et al.*, 2005) and (Baltrunas and Ricci, 2009)). Therefore, the strongest CARS algorithm in terms of prediction accuracy at that time was Multi-verse Recommendation. However, it has a high computational complexity: the number of model parameters to be learned grows exponentially with the number of contextual factors. Multi-verse Recommendation was the first factorization CARS algorithm to be developed.

2011: Baltrunas *et al.* suggested a Matrix Factorization approach for CARS instead of the precedent Tensor Factorization one, in order to overcome the large computation cost of Tensor Factorization method (Baltrunas

et al., 2011). To do so, the authors presented an algorithm that extends matrix factorization by introducing additional model parameters to model the interaction of contextual factors with item ratings. However, the Tensor Factorization algorithm (Karatzoglou *et al.*, 2010) remains the best one until that time.

In the meantime, Rendle *et al.* developed a new Recommender System algorithm: Factorization Machines (FM) (Rendle, 2010). All previous RS algorithms were designed first for a dense matrix, then applied on a sparse matrix (the rating matrix), where the sparsity was considered as a challenge to overcome. In contrast, the Factorization Machines algorithm starts from a sparse matrix, and use, to the best of our knowledge for the first time in RS, the sparse feature vectors representation, which allows considering the rating prediction problem as a common machine learning prediction task. Furthermore, FM overcomes the lack of data by using factorization. FM was successfully applied in various recommendation sub-tasks, including context aware recommendation in an algorithm called Context Aware Factorization Machines (CAFM) (Rendle *et al.*, 2011). CAFM outperform Multiverse Recommendation algorithm and becomes the best CARS predictor for that time.

2012: Tensor Factorization was again used for CARS in (Shi *et al.*, 2012), where the focus was the top-N recommendation for the case of implicit feedback scenarios. We talk about implicit feedback when users do not provide explicit ratings on evaluated items, but instead, the system collects traces of users' behaviours as click-streams, viewed items, time spent on an item page, etc. Unlike the case of explicit feedback, in implicit feedback scenarios the model parameters cannot be learned through minimizing the rating prediction error, simply because there are no explicit ratings. Authors in (Shi *et al.*, 2012) proposed a new CARS algorithm designed for implicit feedback scenarios, where they aim to maximize the Mean Average Precision (MAP) Top N-list evaluation metric. They hence utilize a Tensor Factorization approach to represent user-item-context interactions, and take the MAP evaluation technique into account for learning the model parameters. They called the proposed algorithm TFMAP. In the same year, another work also studied the context aware implicit feedback case using a tensor factorization method (Hidasi and Tikk, 2012). Unlike explicit feedback case, implicit feedback tensor is large and dense, therefore, according to the authors, state of the art CARS methods, Multi-verse Recommendation (Karatzoglou *et al.*, 2010) and CAFM (Rendle *et al.*, 2011), cannot scale well. Authors proposed instead a new algorithm, called iTALS, which is a general ALS-based tensor factorization algorithm that scales linearly with the number of non-zeroes in the tensor and cubically with the number of features. It thus may be applied well on implicit data.

2014: Another contextual modelling CARS algorithm was proposed in (Nguyen *et al.*, 2014), called Gaussian Process Factorization Machines. Their authors argued that dominant state-of-the-art CARS approaches, Multi-verse Recommendation (Karatzoglou *et al.*, 2010) and Context Aware Factorization Machines (Rendle *et al.*, 2011), are limited because they model interactions between users, items, and contexts as some linear combination of their latent features. They attested that this may seem unrealistic to restrict these interactions to linearity, given the many possible types of interactions among them. They proposed a new CARS algorithm based on Gaussian Process where non-linear users-items-contexts interactions can be captured. The proposed algorithm used for the first-time Gaussian Process for CARS. It had also the particularity of being applicable to both explicit and implicit feedback. In the meantime, Zheng *et al.* (Zheng *et al.*, 2014) (Zheng, 2014) assumed that it is difficult to interpret the latent features in matrix factorization based CARS algorithms. They aimed to develop instead a new CARS algorithm, that is good performing and easy to interpret the contextual effects. They propose to extend a non-contextual Recommender System approach, designed for the top-N subtask, called Sparse Linear Method (SLIM) (Ning and Karypis, 2011) which is based on the ItemKNN Collaborative Filtering. To do that, they learn from the data a sparse matrix of aggregation coefficients that are similar to the traditional item-item similarities. They thus develop a new CARS algorithm, called Contextual SLIM (CSLIM), where the idea is to incorporate the context into SLIM for top-N context aware recommendation. They investigated two different ways to incorporate context into SLIM: they first incorporated context by modelling contextual rating deviations (Zheng *et al.*, 2014), later, they integrated context similarity with SLIM following the intuition that recommendation list should be similar if contextual situations are similar (Zheng *et al.*, 2015).

2015: A different approach was used in (Liu *et al.*, 2015), where authors assumed that state-of-the-art CARS approaches, Multi-verse Recommendation, and Context Aware Factorization Machines, incorporate context into the factorization model by considering it as a dimension in the same way that they consider users and items, and do not model the semantic operation of context. Authors meant by the semantic operation of context some intuition inspired from Natural Language Programming research, which says that a context operate latent interests of users on items, in the same way that an adjective operates the latent vector of a noun representing its semantic information. They developed a new algorithm called Contextual Operating Tensor for CARS (COT) where they use a tensor to capture common effects of contexts, and generate a contextual operating matrix in order to compute rating predictions using an equation inspired from Matrix Factorization algorithm.

2016: Authors in (Codina *et al.*, 2016) developed a sophisticated pre-filtering algorithm based on context similarity called Distributional-Semantics Pre-filtering (DSPF). The algorithm adopts a pre-filtering approach, where the data that is most similar to the context of the active user is selected to compute recommendation using a traditional a two-dimension matrix factorization predictive model. Authors use a definition of similarity of contextual situations based on the distributional semantics of their composing conditions, following the intuition that situations are similar if they influence the user’s ratings in a similar way.

In this section, we have presented following a chronological order, major research works on contextual modelling domain independent CARS algorithms. Note that the existing gaps between some years are due to the fact that we didn’t find any work fitting these specifications for these specific years.

Works presented in this section are summarized following the classification of (Adomavicius and Tuzhilin, 2011) in table 1. By analysing table 1, one can observe that:

- until the year of 2010, only one contextual modelling CARS algorithm were proposed, whereas, starting from 2010, many contextual modelling CARS algorithms were developed;
- most of contextual modelling CARS algorithms are based on factorization models;
- the number of domain independent CARS works remain limited, thus further works can still be done in this research issue.

CARS techniques	CARS algorithms	Used Model (for contextual modelling techniques)
Contextual pre-filtering	(Herlocker and Konstan, 2001)	Not applicable
	Reduction based approach (Adomavicius and Tuzhilin, 2001) (Adomavicius <i>et al.</i> , 2005)	
	Item splitting technique (Baltrunas and Ricci, 2009) (Baltrunas and Ricci, 2014)	
	User splitting technique (Said <i>et al.</i> , 2011)	
	User Item splitting technique (Zheng <i>et al.</i> , 2013)	
	Distributional-Semantics Pre-filtering (Codina <i>et al.</i> , 2016)	
Contextual post-filtering	Weight and Filter post-filtering methods (Panniello <i>et al.</i> , 2009)	Not applicable
Contextual modelling	Context aware SVM (Oku <i>et al.</i> , 2006)	Support Vector Machines
	Multi-verse Recommendation (Karatzoglou <i>et al.</i> , 2010)	Tensor Factorization
	Context Aware Matrix Factorization (Baltrunas <i>et al.</i> , 2011)	Matrix Factorization
	Context Aware Factorization Machines (Rendle <i>et al.</i> , 2011)	Factorization Machines
	TFMAP (Shi <i>et al.</i> , 2012)	Tensor Factorization
	iTALS (Hidasi and Tikk, 2012)	Tensor Factorization
	Gaussian Process Factorization Machines (Nguyen <i>et al.</i> , 2014)	Gaussian Process
	Contextual SLIM (Zheng <i>et al.</i> , 2014) (Zheng, 2014) (Zheng <i>et al.</i> , 2015)	Sparse Linear Method
Contextual Operating Tensor for CARS (Liu <i>et al.</i> , 2015)	Matrix Factorization	

Table 1. Classification of domain independent CARS algorithms

In the remaining of the paper, we describe with more detail three major factorization models applied for CARS: Matrix Factorization, Tensor Factorization, and Context Aware Factorization Machines.

3. Factorization models for Context Aware Recommender Systems

3.1. Notations and Problem formulation

Classical RS aim to predict ratings for unobserved interactions between users and items. Thus, the goal is to define a target function on users $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ and items $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$:

$$y: U \times I \rightarrow \mathbb{R}$$

where $y(u, i)$ is the rating of user u for item i . While only users and items are involved, this is called two-dimensional recommendation (Adomavicius *et al.*, 2005).

In contrast, CARS assume that additional information affect ratings like *Mood* or *Accompanying Person*. Thus, the rating function to estimate becomes:

$$y: U \times I \times C_1 \times C_2 \times \dots \times C_k \rightarrow \mathbb{R}$$

where C_1, C_2, \dots, C_k are the different sets of context that influence rating behavior.

For example, $C_1 = \{happy, sad, \dots\}$ could be the Mood, $C_2 = \{family, friends, business, \dots\}$ could be the Accompanying Person and so on. Because additional dimensions are involved, CARS are called multi-dimensional recommendation (Adomavicius *et al.*, 2005).

Note that it is common in RS to represent ratings data in a matrix $R_{(m \times n)}$, called rating matrix, where rows are users and columns are items and cells contains observed ratings. Because CARS involve additional information, CARS data are sometimes expressed as Tensors (Karatzoglou *et al.*, 2010). In the following, we introduce major factorization models designed for CARS. The figure bellow shows an example of how data can be modelled in a rating matrix.

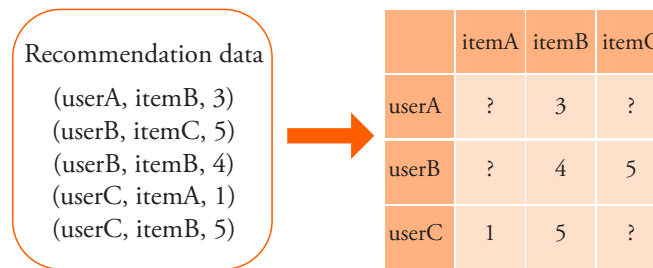


Figure 1. Rating matrix representation of recommendation data

3.2. Context Aware Matrix Factorization

3.2.1. Matrix Factorization for Non-Contextual Recommender Systems

One of the best performing algorithms for recommender systems is Matrix Factorization (MF) (Koren *et al.*, 2009). In its basic form, MF aims to factorize the rating matrix $R_{(m \times n)}$ into two matrices $Q_{(m \times r)}$ and $P_{(n \times r)}$, so that:

$$R = Q^t * P$$

where Q represents P items and users, expressed on the basis of features vectors called latent factors. Representing users and items as vectors expressed in terms of these latent factor vectors is the key intuition behind matrix factorization algorithm: $Q_{item_i, factor_f}$ expresses how much the latent factor f is relevant for the item i , and $P_{user_a, factor_f}$ expresses how much the user a is interested by the latent factor f .

Predictions are then computed by multiplying item and user vectors:

$$\hat{r}_{u,i} = q_i^t p_u$$

Matrix factorization benefits from having a good scalability and predictive accuracy in addition to allowing the incorporation of additional information (Koren *et al.*, 2009). However, its major challenges lie on identifying the latent factors in addition to computing the mapping of each item and user to this latent factor vectors. To do so, it is very common to use the Singular Vector Decomposition (SVD) method belonging to Information Retrieval domain (Sarwar *et al.*, 2000). Applying SVD aim to decompose the rating matrix R into three matrices $U_{(m \times r)}$, $S_{(r \times r)}$ and $V_{(n \times r)}$ so that:

$$R = U * S * V^t$$

where $U_{(m \times r)}$ (Resp. $V_{(n \times r)}$) is an orthogonal matrix representing Users (Resp. Items) in the basis of latent features and $S_{(r \times r)}$ is a diagonal matrix representing the weight of each feature on the overall model.

Once matrices identified, the prediction computation is straightforward:

$$y(a, i) = \sum_{f=1}^r u_{a,f} * s_f * v_{i,f}$$

However, because the rating matrix is typically very sparse, applying SVD method needs adaptation. Some adaptations of SVD for the recommendation purpose were developed, among them, the Reduction Based SVD (Funk, 2006), also called Funk SVD, who suggest to use a regularized model, in order to avoid over-fitting and make then a better generalization. Following this method, rating prediction is computed as:

$$\hat{r}_{u,i} = \mu + b_u + b_i + q_i^t p_u$$

where μ is a general bias term, b_u and b_i represent bias for user and item, that is, User and item deviation from average, because all the ratings are not on the same scale. The loss function to minimize is the regularized squared error:

$$\min_{p,q,b} \sum_{u,i} (r_{u,i} - q_i^t p_u - \mu - b_u - b_i)^2 + \lambda(\|p_u\|^2 + \|q_i\|^2 + b_u^2 + b_i^2)$$

where λ is a regularization term and $r_{u,i}$ is the observed rating. Note that the sum is on the set of known ratings. Reduction Based SVD learn model parameters by minimizing the loss function, one feature at a time, using usually stochastic gradient descent.

Others adaptations of SVD for recommender systems were proposed like SVD++ (Koren, 2008) and Probabilistic Matrix Factorization (Salakhutdinov and Mnih, 2011), we detailed here only the Reduction Based SVD because its similarity with the factorization methods that we present above.

3.2.2. Matrix Factorization for CARS

Contextual dimensions were added to Matrix Factorization algorithm in (Baltrunas *et al.*, 2011) to build a new CARS algorithm called Context Aware Matrix Factorization (CAMF). The idea behind CAMF is to extend matrix factorization algorithm for RS by introducing additional model parameters to model the interaction between contextual conditions and ratings. Thus, the rating prediction is defined as:

$$\hat{r}_{u,i,c_1,\dots,c_k} = q_i^t p_u + b_u + b_i + \sum_{j=1}^k B_{ijc_j}$$

where $\hat{r}_{u,i,c_1,\dots,c_k}$ is the rating prediction for user u on item i under contexts c_1, \dots, c_k , and B_{ijc_j} represent parameters modelling the interactions between contextual conditions and items. Researchers in (Baltrunas *et al.*, 2011) studied different level of interactions between contexts and items influencing the number of parameters B_{ijc_j} . Then, parameters are learned by minimizing a regularized squared error on training data. CAMF was compared to the best CARS algorithm at this time: Multi-verse Recommendation (MR) (Karatzoglou *et al.*, 2010), the reduction based approach (Adomavicius *et al.*, 2005) and the item splitting algorithm (Baltrunas and Ricci, 2009). Results show that, while CAMF and MR globally outperform other techniques, CAMF is the best algorithm when the context have a small influence on ratings, whereas MR is better than CAMF when the influence of context is stronger.

3.3. Context Aware Tensor Factorization

A tensor is a mathematical object that is derived from multi-linear algebra, a follow-up on linear algebra. It generalizes the vector and matrix concepts to multiple dimensions. The rank of the tensor is the number of its dimensions. Indeed, a tensor of rank zero is a scalar, a tensor of rank one is a vector and a tensor of rank two is a matrix. Tensors are important in domains where the need is to model data related to multiple dimensions.

In recommender systems, and as aforementioned, tensors are sometimes used to represent recommendation data, instead of rating matrices, especially in situations when recommendation data involves further dimensions than users and items. For instance, three dimensional tensors were used for tag-based recommender systems in (Rendle and Schmidt-Thieme, 2010) and time-aware recommender systems (Xiong *et al.*, 2010), representing user, item and tag (resp. user, item and time) dimensions. CARS are another field where it is convenient to use tensors, especially as multiple contextual information could be considered simultaneously (exp. mood, weather, accompanying person, ...). In this case the usual two-dimensional rating matrix is converted into a multi-dimensional (user, item, context1, ..., context k) tensor.

Tensor Factorization (TF) consist on factorizing the tensor into a lower dimensional vector space, so as, the original tensor is decomposed into lower rank tensors (and matrices). The first research work that was used tensors for CARS was Karatzoglou *et al.* in an algorithm called Multi-verse Recommendation (MR) (Karatzoglou *et al.*, 2010). The main intuition behind this algorithm was to mimic the matrix factorization method while taking additional dimensions into account. Indeed, authors try to model the variables by a reduced number of factors,

while considering user-item-context interactions in the same way that users and items are modelled in Matrix Factorization techniques. To factorize the multidimensional rating tensor, authors use a technique called High Order Singular Value Decomposition (HOSVD). In this way, the contextual rating tensor is factorized into three matrices (representing respectively users, items and contexts) and one central tensor, as illustrated in the figure 2.

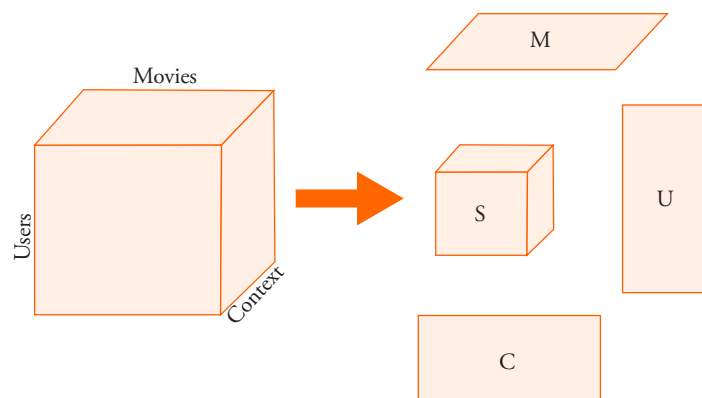


Figure 2. HOSVD factorization for a three-dimensional tensor (Karatzoglou et al., 2010).

Because HOSVD technique requires a dense matrix, authors adapted HOSVD by adding regularization and running the optimization procedure while considering only observed values in the rating tensor, as do the pre-mentioned Funk SVD algorithm. Conducted experiments on multiple datasets with different context influence show that MR consistently outperforms state of the art CARS techniques at that time: the reduction based approach (Adomavicius et al., 2005) and the item splitting algorithm (Baltrunas and Ricci, 2009). MR become the best CARS algorithm for that time. However, MR has as limitation its high computational complexity: the number of model parameters to be learnt grows exponentially with the number of contextual factors.

Other works used tensor factorization for context aware recommendation (Hidasi and Tikk, 2012; Shi et al., 2012). Authors in (Shi et al., 2012) aim to maximize the Top N-list evaluation metric Mean Average Precision (MAP) in a CARS algorithm designed for implicit feedback scenarios. They use a Tensor Factorization approach to represent user-item-context interactions, and learn model parameters by considering the MAP evaluation technique. While researchers in (Hidasi and Tikk, 2012) tackle the issue of Tensor Factorization scalability, particularly for the case of implicit feedback were tensors are large and dense. They develop then a new CARS algorithm called iTALS, which is a general ALS-based tensor factorization algorithm that scales linearly with the number of non-zeroes in the tensor and cubically with the number of features.

3.4. Context Aware Factorization Machines

3.4.1. Factorization Machines

Factorization Machines algorithm (FM) (Rendle, 2010) starts from the Sparse Feature Vector data representation, then it applies the FM model where parameters are learned using an optimization procedure. In the following we explain Sparse Feature Vector data representation and FM model equation.

3.4.1.1. Sparse Feature Vector Data representation

As aforementioned, it is common in RS to represent data as a rating matrix, where columns are users and lines are items and cells contains observed ratings. Because not all users have rated all items, this matrix is typically very sparse. Note that tensors are also used to represent recommendation data when other dimensions are introduced, as is the case for context aware recommendation. In contrast to all previous works, Rendle (Rendle, 2010) use Sparse Feature Vector Representation to represent recommendation data instead of matrix.

Using Sparse Feature Vector Representation allows to represent data as a set of tuples (x, y) where $x \in \mathbb{R}^p$ is a real valued feature vector, $y \in \mathbb{R}$ the observed rating and $f(x) = y$. This representation has the particularity of expressing the recommendation problem as a common prediction problem formulation for machine learning, and then allow to apply standard machine learning methods. Sparse Feature vector representation has also the advantage of enabling to easily consider additional dimensions as contextual ones.

The figure 3 illustrate how data can be represented as Sparse Feature Vector instead of a rating matrix.

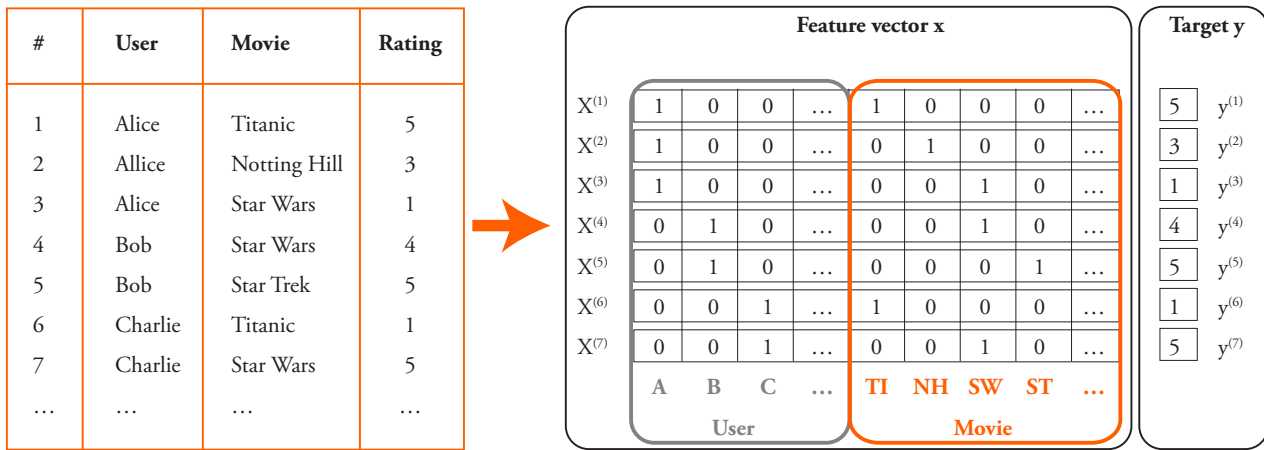


Figure 3. Example of recommendation data expressed using Sparse Feature Vectors Representation (Rendle, 2014)

3.4.1.2. Factorization Machines Model

As stated before, using Feature Vector Representation allows to apply machine learning methods for recommendation purpose. Although, they remain limited as far as data suffer from sparsity. For example, applying Linear Regression for rating prediction of a user u for an item i will end up to:

$$y(x) = w_0 + \sum_{i=1}^p w_i x_i$$

$$y(x) = w_0 + w_u + w_i$$

(because x_i is only non-zero for user u and item i). The resulting formula is easy to estimate but is not expressive enough because it outputs only the effect of the user and the item and not the user item interaction. In contrast, applying Polynomial Regression for rating prediction of a user u for an item i will result in:

$$y(x) = w_0 + \sum_{i=1}^p w_i x_i + \sum_{i=1}^p \sum_{j \geq i}^p w_{i,j} x_i x_j$$

$$y(x) = w_0 + w_u + w_i + w_{u,i}$$

(because x_i is only non-zero for user u and item i). As one can see, this formula includes pairwise interactions but it is limited to observed ones. It cannot generalize for unobserved interactions because it cannot estimate the unobserved pairwise effects (Rendle, 2014).

Factorization Machines algorithm models interactions between the p input variables in x up to degree d using factorized interaction parameters. The degree d of FM represents the number of interactions between features to consider.

In this paper, we will limit on the second degree of FM since, in practice, FM is only used for pairwise interactions. Furthermore, in sparse settings, the case where FM are especially interesting to use, typically higher-order interactions are hard to estimate (Rendle, 2012).

The FM model equation of degree 2 is defined as:

$$y(x) = w_0 + \sum_{i=1}^p w_i x_i + \sum_{i=1}^p \sum_{j \geq i}^p \langle v_i, v_j \rangle x_i x_j$$

where model parameters that have to be estimated are $w_0 \in \mathbb{R}$, $w \in \mathbb{R}^p$, $V \in \mathbb{R}^{p \times k}$, with w_0 the global bias, w_i the weight of i -th variable, and $\langle v_i, v_j \rangle$ a dot product representing the interaction between the i -th and the j -th variable. It is interesting to note that the model equation is similar to polynomial regression where pairwise interactions are factorized. This factorization has the main advantage of allowing to compute pairwise effect even for unobserved interactions.

Finally, an optimization procedure is used to estimates FM model parameters, such as Stochastic Gradient Descent (SGD) and others optimization procedures that are not in the scope of this paper (Rendle, 2012).

3.4.1.3. Factorization Machines Characteristics

In the following, we present some characteristics of FM that distinguish it from other RS algorithms:

- **FM algorithm is designed for a sparse matrix.** Previous RS algorithms are designed first for a dense matrix and then applied on the sparse rating matrix, where they consider the sparsity as a challenge to overcome. In opposite, Factorization Machines (FM) algorithm is designed at the beginning for a highly sparse matrix.
- **Factorize to estimate unobserved interactions.** As noticed before, in FM model, pair wise interactions are factorized. This factorization is a key element in FM algorithm, as it allows to compute pair wise effect even for unobserved interactions.
- **Generalization for other factorization approaches.** FM algorithm has also the particularity of generalizing other factorization approaches. As shown in (Rendle, 2010), FM can mimic several factorization models just by an appropriate definition of the input vector x using binary indicator variables. For example, applying the FM model for a basic two-dimensional recommendation task using Sparse Feature Vector representation for rating prediction of a user for an item will lead to:

$$y(x) = w_0 + \sum_{i=1}^p w_i x_i + \sum_{i=1}^p \sum_{j \geq i}^p \langle v_i, v_j \rangle x_i x_j$$

$$y(x) = w_0 + w_u + w_i + \langle w_{ui}, v_i \rangle$$

$$y(x) = w_0 + w_u + w_i + \langle w_u^T, v_i \rangle$$

(because x_i is only non-zero for user u and item I).

One can observe that the last formula is identical to Matrix Factorization one. More example of generalization of RS factorization approaches are detailed in (Rendle, 2010). We omitted these approaches because they are related to other RS tasks that are not in the scope of this paper.

3.4.2. Factorization Machines for CARS

FM algorithm was applied to the Context Aware task in a new CARS algorithm called Context Aware Factorization Machines (CAFM) (Rendle *et al.*, 2011).

CAFM did not need any tuning from its origin FM. Indeed, using Sparse Vector Representation enable to easily consider additional dimensions, as context, without any transformation. Furthermore, the use of Sparse Vector Representation allows to model different types of contexts, as categorical context (e.g. mood), or set categorical (e.g. last watched movies) or even real-valued contexts (e.g. time) just by adapted encoding of variable in the data representation.

Note that in Tensor Factorization (Karatzoglou *et al.*, 2010) only categorical context can be modelled. Note also that FM algorithm factorizes all pairwise interactions with all contextual variables (Rendle *et al.*, 2011).

The figure 4, taken from (Rendle *et al.*, 2011), shows an example of contextual recommendation data expressed using Sparse Feature Vector Representation.

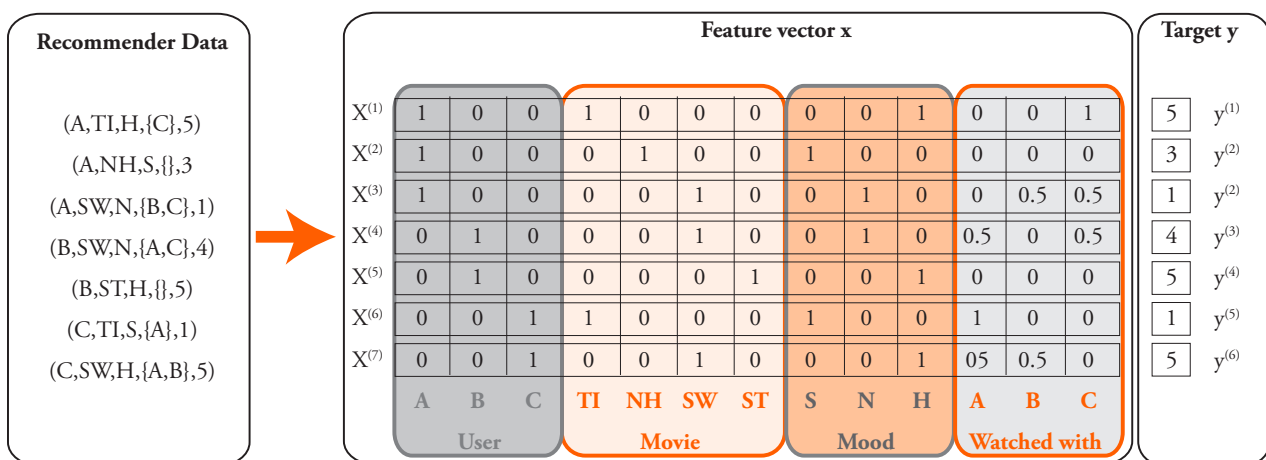


Figure 4. Example of contextual recommendation data expressed using Sparse Feature Vector Representation

CAFM were compared to the best performing CARS algorithm in that time, that was MR (Karatzoglou *et al.*, 2010). Experiments show that on dense datasets, the two algorithms have comparable prediction quality. But on sparse datasets, FM outperforms MR. Furthermore, FM is better in terms of runtime (Rendle *et al.*, 2011).

4. Discussion and Open Future Research Directions

As aforementioned, the algorithms detailed in the previous section were criticized by some succeeding works :

- i) authors of (Nguyen *et al.*, 2014) found unrealistic that MR and CAMF restrict interactions between users, items and contexts to linearity, given the many possible types of interactions among them ;
- ii) whereas authors of (Liu *et al.*, 2015) assume that MR and CAMF incorporate context into the factorization model by considering it as a dimension in the same way that they consider users and items ;
- iii) while in (Shi *et al.*, 2012), researchers stressed that previous works are limited to the explicit feedback scenarios and do not consider the case where feedback are implicit. Nevertheless, these algorithms have a real strength, not only because of their good performance, but mainly because they started the research in the modelling CARS algorithms. In this section, we discuss what may be reason of their strength.

Context Aware Matrix Factorization (CAMF) gives good results compared to non-factorization CARS techniques. As cited before, CAMF extend matrix factorization algorithm for RS by introducing additional model parameters to model the interaction between contextual factors and ratings. One can observe that this algorithm factorizes only users and items, but not context. This is maybe the reason why CAMF is outperformed by Tensor Factorization, as this last algorithm factorize also context.

Multi-verse Recommendation (MR) algorithm gives better results for the context aware recommendation task. Recall that the intuition behind MR is the same one behind matrix factorization algorithm, one of the best Recommender Systems algorithms: factorizing the rating Tensor in order to model users, items, and contexts by considering interactions between them. One can observe that, unlike CAMF, contexts are also factorized, it should be the reason why MR outperforms CAMF.

However, the best CARS algorithm among the three remains Context Aware Factorization Machines (CAFM), especially on sparse dataset where it outperforms MR. Recall that, Like MR algorithm, Context Aware Factorization Machines factorize also the contexts. However, unlike MR and all other RS algorithms, FM algorithm was designed for sparse data. The second main advantage of Context Aware Factorization Machines is its principle to factorize to estimate unobserved interactions, which play a consequent role to overcome the sparsity challenge. It is important to highlight that the sparsity in recommendation data is the reason behind the failure of classical machine learning algorithm, like linear or polynomial regression. Furthermore, the concept of latent factor behind factorization methods, as Matrix Factorization and Tensor Factorization, is the key of success of these methods. FM combined between both the concept of latent factors and polynomial regression in such a way to overcome the sparsity limitation. It is the third reason behind its strength.

Research in contextual modelling context aware recommender has made important progress, especially with the emergence of factorization algorithms. However, there are still some research directions to build more powerful models :

- First, the seemingly best CARS algorithm, CAFM, is in reality a general recommender system algorithm that can be applied on context aware task without need of any special adaptation. A possible research direction could be to rethink CAFM in such a way to consider special characteristics that are proper to the context.
- Furthermore, and as mentioned in (Liu *et al.*, 2015), contextual dimension is treated in the same way as user and item. Another research direction could be to develop new model where contextual information is used in such a way to adapt ratings when context matter, while users and items should be the core of the model.
- Another possible direction to investigate is using one of the well performing pre-filtering methods, like the item splitting technique (Baltrunas and Ricci, 2009). One can consider to combine these pre-filtering methods with some modelling algorithms in order to benefit from its strength and develop a more powerful model.
- One can also consider other forms of users-items-context interactions than linearity as done by (Nguyen *et al.*, 2014).

5. Conclusion

Context Aware Recommender Systems received researchers' interests since its beginning in 2001. Although considering additional dimensions theoretically is not a big challenge to model based recommender systems algorithms, contextual modelling CARS algorithms had taken time to really start to be developed. In this paper, we have presented the historical evolution of CARS algorithms. We have also deeply detailed some major factorization CARS algorithms and discuss their strengths and limitations. The emergence of factorization CARS algorithms has made a big progress in CARS algorithmic. Factorization Machines, particularly, has assets that enable it to overcome the sparsity challenge of contextual data. However, progress still needs to be made in the research area, and new directions should be explored to develop more powerful contextual modelling CARS algorithms.

6. References

- Adomavicius, G., Sankaranarayanan, R., Sen, S., Tuzhilin, A., 2005. *Incorporating Contextual Information in Recommender Systems Using a Multidimensional Approach*. ACM Trans Inf Syst 23, 103–145. doi:10.1145/1055709.1055714
- Adomavicius, G., Tuzhilin, A., 2011. *Context-aware recommender systems*. In Recommender Systems Handbook. Springer, pp. 217–253.
- Adomavicius, G., Tuzhilin, A., 2001. *Multidimensional Recommender Systems: A Data Warehousing Approach*. In Fiege, L., Mühl, G., Wilhelm, U. (Eds.), Electronic Commerce, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 180–192. doi:10.1007/3-540-45598-1_17
- Ardissono, L., Goy, A., Petrone, G., Segnan, M., Torasso, P., 2003. Intrigue: Personalized recommendation of tourist attractions for desktop and hand held devices. Appl. Artif. Intell. 17, 687–714. doi:10.1080/713827254
- Baltrunas, L., Ludwig, B., Ricci, F., 2011. *Matrix Factorization Techniques for Context Aware Recommendation*. In Proceedings of the Fifth ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '11. ACM, New York, NY, USA, pp. 301–304. doi:10.1145/2043932.2043988
- Baltrunas, L., Ricci, F., 2009. *Context-based Splitting of Item Ratings in Collaborative Filtering*. In Proceedings of the Third ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '09. ACM, New York, NY, USA, pp. 245–248. doi:10.1145/1639714.1639759
- Baltrunas, L., Ricci, F., 2014. *Experimental evaluation of context-dependent collaborative filtering using item splitting*. User Model. User-Adapt. Interact. 24, 7–34. doi:10.1007/s11257-012-9137-9
- Chaudhuri, S., Dayal, U., 1997. *An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology*. SIGMOD Rec 26, 65–74. doi:10.1145/248603.248616
- Chen, A., 2005. *Context-Aware Collaborative Filtering System: Predicting the User's Preference in the Ubiquitous Computing Environment*. In Strang, T., Linnhoff-Popien, C. (Eds.), Location- and Context-Awareness, Lecture Notes in Computer Science. Presented at the International Symposium on Location- and Context-Awareness, Springer Berlin Heidelberg, pp. 244–253. doi:10.1007/11426646_23
- Codina, V., Ricci, F., Ceccaroni, L., 2016. *Distributional semantic pre-filtering in context-aware recommender systems*. User Model. User-Adapt. Interact. 26, 1–32. doi:10.1007/s11257-015-9158-2
- Dey, A.K., 2001. *Understanding and using context*. Pers. Ubiquitous Comput. 5, 4–7.
- Funk, S., 2006. Netflix update: Try this at home.
- Garcin, F., Dimitrakakis, C., Faltings, B., 2013. *Personalized News Recommendation with Context Trees*. In Proceedings of the 7th ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '13. ACM, New York, NY, USA, pp. 105–112. doi:10.1145/2507157.2507166
- Herlocker, J.L., Konstan, J.A., 2001. *Content-Independent Task-Focused Recommendation*. IEEE Internet Comput. 5, 40–47. doi:10.1109/4236.968830
- Hidasi, B., Tikk, D., 2012. *Fast ALS-Based Tensor Factorization for Context-Aware Recommendation from Implicit Feedback*. In Flach, P.A., Bie, T.D., Cristianini, N. (Eds.), Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases, Lecture Notes in Computer Science. Presented at the Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases, Springer Berlin Heidelberg, pp. 67–82. doi:10.1007/978-3-642-33486-3_5
- Karatzoglou, A., Amatriain, X., Baltrunas, L., Oliver, N., 2010. *Multiverse Recommendation: N-dimensional Tensor Factorization for Context-aware Collaborative Filtering*. In Proceedings of the Fourth ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '10. ACM, New York, NY, USA, pp. 79–86. doi:10.1145/1864708.1864727
- Kramár, T., Bieliková, M., 2012. *Dynamically Selecting an Appropriate Context Type for Personalisation*. In Proceedings of the Sixth ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '12. ACM, New York, NY, USA, pp. 321–324. doi:10.1145/2365952.2366032

- Koren, Y., 2008. *Factorization Meets the Neighborhood: A Multifaceted Collaborative Filtering Model*. In Proceedings of the 14th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD '08. ACM, New York, NY, USA, pp. 426–434. doi:10.1145/1401890.1401944
- Koren, Y., Bell, R., Volinsky, C., 2009. Matrix factorization techniques for recommender systems. *Computer* 42, 30–37.
- Lahlou, F.Z., Benbrahim, H., Mountassir, A., Kassou, I., 2013a. *Inferring Context from Users' Reviews for Context Aware Recommendation*. In: Bramer, M., Petridis, M. (Eds.), *Research and Development in Intelligent Systems XXX*. Springer International Publishing, pp. 227–239.
- Lahlou, F.Z., Benbrahim, H., Mountassir, A., Kassou, I., 2013b. *Context extraction from reviews for Context Aware Recommendation using Text Classification techniques*. In: 2013 ACS International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA). Presented at the 2013 ACS International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA), pp. 1–4. doi:10.1109/AICCSA.2013.6616512
- Lahlou, F.Z., Mountassir, A., Benbrahim, H., Kassou, I., 2013c. *A Text Classification based method for context extraction from online review.*, In: 2013 8th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA). Presented at the 2013 8th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA), pp. 1–5. doi:10.1109/SITA.2013.6560804
- Liu, Q., Ma, H., Chen, E., & Xiong, H., 2013. *A survey of context-aware mobile recommendations*. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 12(01), 139–172.
- Liu, Q., Wu, S., Wang, L., 2015. *COT: Contextual Operating Tensor for Context-Aware Recommender Systems*. In: *AAAI*. pp. 203–209.
- Nguyen, T.V., Karatzoglou, A., Baltrunas, L., 2014. *Gaussian Process Factorization Machines for Context-aware Recommendations*. In Proceedings of the 37th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval, SIGIR '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 63–72. doi:10.1145/2600428.2609623
- Ning, X., Karypis, G., 2011. *SLIM: Sparse Linear Methods for Top-N Recommender Systems*. In 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining. Presented at the 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining, pp. 497–506. doi:10.1109/ICDM.2011.134
- Oku, K., Nakajima, S., Miyazaki, J., Uemura, S., 2006. *Context-Aware SVM for Context-Dependent Information Recommendation*. In Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data Management, MDM '06. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, p. 109–. doi:10.1109/MDM.2006.56
- Panniello, U., Tuzhilin, A., Gorgoglione, M., Palmisano, C., Pedone, A., 2009. *Experimental Comparison of Pre- vs. Post-filtering Approaches in Context-aware Recommender Systems*. In Proceedings of the Third ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '09. ACM, New York, NY, USA, pp. 265–268. doi:10.1145/1639714.1639764
- Paterek, A., 2007. *Improving regularized singular value decomposition for collaborative filtering*. In Proceedings of KDD Cup and Workshop. pp. 5–8.
- Rendle, S., 2014. *Factorization Machines*. In *Data Mining (ICDM)*. 2010 IEEE 10th International Conference on (pp. 995–1000). IEEE.
- Rendle, S., 2012. *Factorization Machines with libFM*. *ACM Trans Intell Syst Technol* 3, 57:1–57:22. doi:10.1145/2168752.2168771
- Rendle, S., 2010. *Factorization Machines*. In 2010 IEEE International Conference on Data Mining. Presented at the 2010 IEEE International Conference on Data Mining, pp. 995–1000. doi:10.1109/ICDM.2010.127
- Rendle, S., Gantner, Z., Freudenthaler, C., Schmidt-Thieme, L., 2011. *Fast Context-aware Recommendations with Factorization Machines*. In Proceedings of the 34th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR '11. ACM, New York, NY, USA, pp. 635–644. doi:10.1145/2009916.2010002
- Rendle, S., Schmidt-Thieme, L., 2010. *Pairwise Interaction Tensor Factorization for Personalized Tag Recommendation*, In Proceedings of the Third ACM International Conference on Web Search and Data Mining, WSDM '10. ACM, New York, NY, USA, pp. 81–90. doi:10.1145/1718487.1718498
- Said, A., De Luca, E.W., Albayrak, S., 2011. *Inferring contextual user profiles-improving recommender performance*. In Proceedings of the 3rd RecSys Workshop on Context-Aware Recommender Systems.
- Salakhutdinov, R., Mnih, A., 2011. *Probabilistic matrix factorization*. In NIPS. pp. 1–8.
- Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., Riedl, J., 2000. *Application of Dimensionality Reduction in Recommender System - A Case Study (No. TR-00-043)*. Minnesota Univ Minneapolis Dept of Computer Science.
- Setten, M. van, Pokraev, S., Koolwaaij, J., 2004. *Context-Aware Recommendations in the Mobile Tourist Application COMPASS*. In Bra, P.M.E.D., Nejdl, W. (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, Lecture Notes in Computer Science. Presented at the International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Springer Berlin Heidelberg, pp. 235–244. doi:10.1007/978-3-540-27780-4_27
- Shi, Y., Karatzoglou, A., Baltrunas, L., Larson, M., Hanjalic, A., Oliver, N., 2012. *TFMAP: Optimizing MAP for Top-n Context-aware Recommendation*. In Proceedings of the 35th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR '12. ACM, New York, NY, USA, pp. 155–164. doi:10.1145/2348283.2348308

- Xiong, L., Chen, X., Huang, T.-K., Schneider, J., Carbonell, J.G., 2010. *Temporal Collaborative Filtering with Bayesian Probabilistic Tensor Factorization*. In Parthasarathy, S., Liu, B., Goethals, B., Pei, J., Kamath, C. (Eds.), Proceedings of the 2010 SIAM International Conference on Data Mining. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, pp. 211–222.
- Zelenik, D., Bielikova, M., 2012. *Reducing the Sparsity of Contextual Information for Recommender Systems*. In Proceedings of the Sixth ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '12. ACM, New York, NY, USA, pp. 341–344. doi:10.1145/2365952.2366037
- Zheng, Y., 2014. *Deviation-based and Similarity-based Contextual SLIM Recommendation Algorithms*. In Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 437–440. doi:10.1145/2645710.2653368
- Zheng, Y., Mobasher, B., Burke, R., 2015. *Integrating Context Similarity with Sparse Linear Recommendation Model*. In Ricci, F., Bontcheva, K., Conlan, O., Lawless, S. (Eds.), User Modelling, Adaptation and Personalization, Lecture Notes in Computer Science. Presented at the International Conference on User Modelling, Adaptation, and Personalization, Springer International Publishing, pp. 370–376. doi:10.1007/978-3-319-20267-9_33
- Zheng, Y., Mobasher, B., Burke, R., 2014. *Deviation-Based Contextual SLIM Recommenders*. In Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management, CIKM '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 271–280. doi:10.1145/2661829.2661987
- Zheng, Y., Mobasher, B., Burke, R.D., 2013. *The Role of Emotions in Context-aware*.

Recherche

RatQual: un modèle orienté évaluation des facteurs qualité de la collaboration

RatQual: an Assessment-oriented Model for collaboration quality factors

Abir Elmir

Equipe Al Qualsadi, ENSIAS, Université Mohammed V-Rabat - Madinat Al Irfane, Rabat, Maroc
elmir.abir@gmail.com

Badr Elmir

Equipe Al Qualsadi, ENSIAS, Université Mohammed V-Rabat - Madinat Al Irfane, Rabat, Maroc
elmir.badr@gmail.com

Bouchaïb Bounabat

Equipe Al Qualsadi, ENSIAS, Université Mohammed V-Rabat - Madinat Al Irfane, Rabat, Maroc
bouchaib.bounabat@gmail.com

Résumé

La gestion de la qualité des systèmes collaboratifs requiert un ensemble de mécanismes d'évaluation pour évaluer les caractéristiques de qualité externes influencées par les paramètres environnementaux et concernées par les facteurs de l'écosystème. Le présent article propose un modèle orienté évaluation prenant en considération l'ensemble des facettes de la qualité des systèmes inter-organisationnels. Le modèle, nommé RatQual, représente une catégorisation hiérarchique de la qualité des réseaux de collaboration. RatQual est conçu pour quantifier les facteurs qualité dépendant de l'environnement. Ce modèle est pris en charge par un outil qui automatise le processus d'évaluation. Cet outil fournit une aide dans la planification de l'évolution de la qualité et sert pour les opérations de suivi périodique des niveaux de la qualité.

Abstract

Collaborative systems Quality management discipline requires a set of assessment mechanisms to evaluate external quality characteristics influenced by environmental parameters and impacted by ecosystem factors. The present paper suggests a new assessment oriented model to assess and monitor quality performance. The proposed model, named RatQual, gives a hierarchical categorization for collaborative systems quality factors. RatQual is designed to quantify dependent-environment qualities by considering internal, external and in use aspects. A tool that automates the assessment process supports this model. This tool gives assistance in quality evolution planning and serves for periodical monitoring operations used to enhance and improve information system quality.

Mots-clés

Qualité des SI, réseau de collaboration, système inter-organisationnel, évaluation de la qualité, modèle RatQual.

Keywords

Information system quality management, Collaborative network, inter-organizational system, Quality assessment, RatQual Model.

1. Introduction

La gestion de la qualité figure parmi les préoccupations importantes de la gouvernance des systèmes d'information (SI). Le renforcement des différents facteurs qualité vise à améliorer les performances des organisations à travers l'optimisation des processus métier en vue de livrer de meilleurs services à forte valeur ajoutée. Ce renforcement permet de favoriser la synergie et la collaboration métier dans un cadre inter-organisationnel en respectant l'autonomie des acteurs tout en ouvrant les systèmes d'information sur leurs écosystèmes.

Cet article décrit RatQual (pour Ratio de la Qualité) qui est un modèle orienté évaluation pour les facteurs qualité SI d'un réseau de collaboration (RdC). Il décrit les composantes du modèle proposé qui sont : les trois classes de catégorisation, les dix-sept facteurs qualité de collaboration, les aspects opérationnels d'évaluation et la métrique d'évaluation. Il présente la démarche d'évaluation et introduit QMT, l'outil conçu afin d'automatiser l'approche RatQual et permettre la planification des actions d'amélioration de la qualité.

La suite de cet article est organisée en 5 sections. La section 2 présente le contexte général du modèle proposé par la suite dans la section 3. La section 4 expose les cinq étapes de l'approche d'évaluation associée au modèle RatQual. Dans la section 5 de l'article, l'outil QMT (pour Quality Monitoring Tool) est présenté. L'article se termine par une conclusion et des perspectives.

2. Facteurs qualité de la collaboration

Les organisations ont besoin de se doter de l'agilité nécessaire pour évoluer dans des contextes en perpétuel changement. Pour ce faire, elles doivent surmonter une série de défis dans le but d'établir des coopérations avec leurs partenaires. Dans cette section, il s'agit ici d'énumérer les facteurs qualité relatifs aux exigences de la collaboration.

2.1. Identification des facteurs qualité de la collaboration

Les réseaux de collaboration fournissent un environnement viable pour les entités collaboratives leur permettant de s'organiser dans un objectif d'amélioration de performance. La mise en place des réseaux de collaboration est justifiée par une série de bénéfices. Toutefois, un ensemble de contraintes et défis accompagnent la réussite de leur fonctionnement. Les exigences de réussite de la collaboration peuvent être catégorisées en trois classes (Elmir *et al.*, 2015) (tableau 1).

L'un des aspects de la collaboration consiste en l'échange d'informations et de services entre partenaires. Dans ce contexte, l'approche des SI inter-organisationnels est considérée comme pertinente pour la mise en place des réseaux de collaboration et pour l'amélioration de leurs performances.

En plus des exigences fonctionnelles du système à mettre en œuvre et de la maîtrise de son utilisation, il existe une série d'exigences non fonctionnelles en relation avec l'évolution du système et son adaptation aux différents contextes d'utilisation. Le tableau 1 résume les différentes exigences, qu'elles soient fonctionnelles, organisationnelles, d'adaptation ou d'évolution. Quant au tableau 2, il définit les facteurs qualité selon les trois points de vue ou classes : fonctionnalité, adaptabilité et évolutivité (Elmir A. *et al.*, 2015).

Catégories	Exigences
Exigences fonctionnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Maintien de l'autonomie des acteurs tout en bénéficiant de la collaboration • Maturité des échanges SI et l'assurance de la qualité des interactions • Gestion des risques de sécurité liés à l'ouverture sur les partenaires • Assurance de la conformité réglementaire et aux référentiels métiers
Exigences d'adaptation (au sein d'une entité, ou d'une entité à l'autre)	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisation des solutions dans de nouveaux contextes autres que ceux du départ • Existence simultanée de ressources et de services complémentaires entre entités • Capacité à remplacer les modes opératoires suite à l'appartenance au RdC • Flexibilité dans la prise en charge des changements et leur conduite • Offre de plusieurs variantes des services selon le contexte d'utilisation
Exigences d'évolution (dans le temps suivant le cycle de vie du RdC)	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en charge continue des évolutions organisationnelles • Maintenabilité des solutions implémentées au sein du RdC • Stabilité de l'environnement établi • Maturité des différents niveaux de tests à l'échelle inter-organisationnelle • Passage à l'échelle des solutions suite à l'extension du RdC

Tableau 1. Classification des exigences à la réussite de la collaboration (ElmirA *et al.*, 2015)

L'ensemble des facteurs qualité caractérisant la collaboration partage les points communs suivants :

- la gestion des indicateurs qualité nécessite la prise en compte de profils différents selon les systèmes d'information ;
- l'amélioration de ces facteurs nécessite une coordination à l'échelle du réseau de coopération ;
- le focus sur un composant du système inter-organisationnel n'est pas suffisant pour améliorer ses aptitudes: des efforts supplémentaires à fournir par les partenaires sont nécessaires concernant les interfaces de communication ;
- il y a nécessité de coupler les efforts entre l'assurance de la qualité (les efforts *a priori*) et le contrôle de la qualité (les efforts *a posteriori*) des différents facteurs étudiés.

A cet effet, l'évaluation de la qualité s'inscrit dans une démarche globale d'amélioration des performances opérationnelles de la collaboration. Ceci nécessite la prise en charge des aspects *a priori* et *a posteriori* relatifs à l'intégration du réseau de collaboration (fig. 1).

En effet, l'amélioration continue des niveaux de la qualité englobe une évaluation *a priori* de la capacité interne des différents composants/systèmes ainsi que sa compatibilité externe avec les détails dépendants de l'environnement de la collaboration. Le deuxième volet concerne l'évaluation des performances opérationnelles liées à l'efficacité d'exécution. Ceci permet le contrôle de la qualité *a posteriori*.

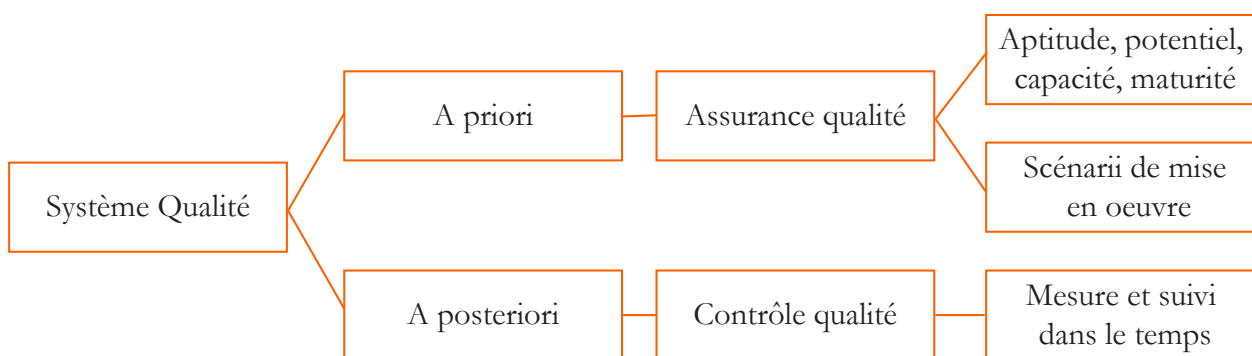


Figure 1. Assurance qualité et contrôle qualité dans le processus d'évaluation

Facteur	Définition
Fonctionnalité	Degré de l'existence d'un ensemble de fonctions qui répondent aux besoins exprimés ou implicites et leurs propriétés.
Interopérabilité	Capacité de deux ou plusieurs systèmes ou composants à échanger des informations et à utiliser l'information qui a été échangée.
Sécurité	Mesure de la capacité du système à résister aux tentatives non autorisées à l'utiliser et dénis de service tout en offrant ses services aux utilisateurs.
Conformité	Mesure dans laquelle le logiciel est conforme aux normes liées à l'application ou des conventions ou des règlements des lois et des prescriptions similaires.
Inter-alignement	Degré d'adéquation entre les services offerts par une composante organisationnelle et ceux attendus par ses partenaires.
Adaptabilité	Qualité d'un objet qui peut être modifié aisément en harmonie avec les changements auxquels son utilisation est soumise ou peut être soumise.
Portabilité	Degré d'efficacité et d'efficience avec laquelle un système, un produit ou un composant peuvent être transférés d'un matériel, logiciel ou autre environnement d'exploitation ou d'utilisation, à un autre.
Co-existence	Degré selon lequel un produit peut s'acquitter efficacement de ses fonctions nécessaires tout en partageant un environnement commun et leurs ressources avec d'autres produits, sans impact négatif sur tout autre produit.
Remplaçabilité	Degré selon lequel un composant peut être remplacé par un autre produit logiciel spécifié pour le même but dans le même environnement.
Flexibilité	Facilité avec laquelle un système ou un composant du système peuvent être modifiés pour une utilisation planifiée dans des environnements autres que ceux pour lesquels ils ont été spécifiquement conçus.

Variabilité	Aptitude d'un système à s'adapter, à se spécialiser et à se configurer en fonction du contexte de son utilisation.
Evolutivité	Capacité à améliorer la performance lorsque la demande du système augmente.
Changeabilité	Quantité d'effort pour prendre en charge des changements au niveau d'un système.
Maintenabilité	Degré d'efficacité et de l'efficience avec laquelle un produit ou un système peuvent être modifiés par les responsables concernés.
Stabilité	Capacité du système à rester stable dans l'environnement. Une mesure de la réaction du système dans l'environnement "dur".
Testabilité	Mesure dans laquelle un système ou un composant facilite la mise en place de critères de test et aussi les tests de performance pour déterminer si ces critères ont été respectés.
Extensibilité	Capacité à étendre le système en vue de prendre de nouvelles formes d'utilisation.

Tableau 2: Liste des facteurs de qualité caractérisant la collaboration (ElmirA *et al.*, 2015)

2.2. Aspects opérationnels d'évaluation de la qualité

Le développement de métriques pour la mesure des indicateurs de qualité différencie trois aspects :

- aspect interne relatif aux caractéristiques liées à la mise au point des améliorations ;
- aspect externe relatif aux critères associés à l'établissement et la mise en œuvre des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles ;
- aspect d'usage relatif aux performances opérationnelles lors de l'exploitation

Ces trois aspects sont développés ci-dessous. Ils correspondent au potentiel des facteurs de la qualité, à la capacité à mettre en œuvre ces facteurs à l'échelle du réseau de coopération et enfin aux performances opérationnelles associées à la collaboration.

2.2.1 Potentiel interne

Le potentiel interne caractérise la préparation du composant/système relative à l'amélioration des caractéristiques étudiées. Il s'agit d'identifier un ensemble de critères ayant un impact sur la collaboration sans avoir nécessairement des informations concrètes sur les systèmes effectifs ou potentiels des partenaires. L'objectif reste de favoriser l'ouverture et de se préparer ainsi en vue d'éliminer les barrières pouvant subvenir lors de la mise en place des interactions avec les partenaires. Les travaux caractérisant la potentialité à fonctionner au sein des réseaux de coopération visent à classer le système étudié selon des niveaux prédéfinis dans des modèles de maturité. Ces modèles de référence de maturité sont accompagnés de méthodes échelonnées, adaptées pour la description du potentiel de fonctionnement efficace des systèmes inter-organisationnels (Elmir A. *et al.*, 2013).

Le tableau 3 énumère une série de modèles de maturité proposés pour caractériser le potentiel de la qualité de collaboration.

Facteur	Modèle de maturité
Fonctionnalité	Functionality maturity model integration (FMMI) (Al Qutaish, 2007) (Fenton <i>et al.</i> , 2014)
Interopérabilité	Interoperability Maturity Model (IMM), Enterprise IMM (EIMM), Organizational IMM (OIMM), Level of Information System Interoperability (LISI) (Guédria, 2008)
Sécurité	Information Security Maturity Model (ISMM) (Saleh, 2011)
Conformité	Governance Compliance Maturity Model (GoCoMM) (Gheorghe <i>et al.</i> , 2009)
Inter-alignement	Inter-alignment ability maturity model (IAMM) (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Adaptabilité	Quality maturity model (QMM) (Santana <i>et al.</i> , 2007) Adaptability maturity model Integration (AMMI) (Al Qutaish, 2007)
Portabilité	Portability maturity model Integration (PMMI) (Al Qutaish, 2007)
Coexistence	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Remplaçabilité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Flexibilité	Flexibility maturity model (FMM) (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Variabilité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)

Evolutivité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Changeabilité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Maintenabilité	Architecture Maintainability Maturity Model (AM3) (Rathfelder <i>et al.</i> , 2008), QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Stabilité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)
Testabilité	Testability maturity model (TMM) [Burnstein <i>et al.</i> , 1999]
Extensibilité	QMM (Santana <i>et al.</i> , 2007)

Tableau 3. Modèles de maturité pour l'évaluation de la qualité de la collaboration (Elmir A *et al.*, 2013)

A titre illustratif, le modèle utilisé dans cet article pour l'évaluation est l'«Enterprise Interoperability Maturity Model» (EIMM) qui est développé dans le cadre du projet intégré ATHENA (ATHENA, 2005). L'objectif de l'EIMM est d'améliorer l'aptitude d'une entreprise à pouvoir entrer en contact avec d'autres en évaluant la maturité de cette entreprise selon d'une part, les différents niveaux de l'entreprise et d'autre part, des caractéristiques et indicateurs de l'interopérabilité.

Le modèle EIMM s'intéresse à six aspects de l'environnement de l'entreprise à savoir :

- i) la stratégie d'affaires et les processus,
- ii) l'organisation et les compétences,
- iii) les produits et les services,
- iv) les systèmes et la technologie,
- v) l'environnement légal, la sécurité et la confiance,
- vi) la modélisation de l'entreprise.

L'étude de ces six niveaux permet de classer l'organisation dans l'un des cinq états de maturité de l'interopérabilité (tableau 4).

Niveau	Description
0- Etabli	La collaboration avec d'autres organisations est effectuée d'une manière chaotique et non planifiée.
1- Modelé	La collaboration est réalisée d'une manière similaire à chaque fois et la technique pour ce faire s'avère applicable.
2- Intégré	La collaboration est documentée formellement. Cette documentation est communiquée et utilisée régulièrement.
3- Interopérable	L'organisation est capable de bien gérer des processus interopérables et de s'adapter aux changements de ses partenaires.
4- Optimisé	L'organisation est capable de réagir et de s'adapter aux changements de l'industrie d'une manière agile et flexible.

Tableau 4. Cinq niveaux de maturité du modèle EIMM (ATHENA, 2005)

Plusieurs choix de gestion augmentent le potentiel d'ouverture ainsi que la maturité de l'organisation. A titre d'exemple, il est à citer l'adoption :

- de standards métier du domaine d'activité de l'organisation (Mykkanen *et al.*, 2008) ;
- d'une architecture orientée service pour la mise en place du SI (Pessoa *et al.*, 2008) ;
- d'une architecture d'entreprise pour gouverner le SI de l'organisation (De Haes *et al.*, 2015) ;
- d'un cadre général d'interopérabilité (GIF pour General Interoperability Framework) dans les réseaux métier au niveau de l'administration publique ou des réseaux interprofessionnels (Mecca *et al.*, 2014).

Adopter l'un des modèles de maturité cités donne une vue sur le potentiel de l'organisation à répondre aux exigences du facteur qualité spécifié.

2.2.2. Compatibilité externe

La comptabilité de deux systèmes à interagir se concrétise généralement à travers un processus d'ingénierie visant à connecter les systèmes mis en jeu et à les faire interagir.

L'architecture d'interconnexion adopte l'une des formes découlant des patterns d'intégration de l'entreprise (Hohpe *et al.*, 2004). Dans ce cas, les caractéristiques des interfaces externes des systèmes sont connues. Le système inter-

organisationnel est construit en procédant aux activités nécessaires pour surmonter les différentes barrières limitant la collaboration.

Plusieurs types de compatibilité sont identifiés dans (Chen *et al.*, 2013) :

- Compatibilité conceptuelle en relation avec le contenu des échanges ;
- Compatibilité organisationnelle en relation avec la manière avec laquelle les échanges sont gérés ;
- Compatibilité technologique en relation avec les outils mobilisés pour assurer les échanges.

La compatibilité conceptuelle comprend un aspect syntaxique qui propose un premier niveau d'intégration en définissant pour les messages leur nature, type et format. Cet aspect est assuré en utilisant des protocoles de communication, des métadonnées et des schémas de validation. Elle comprend également un aspect sémantique qui réfère à un second niveau d'intégration s'intéressant à la cohérence formelle des significations perçues par les différents partenaires.

La compatibilité organisationnelle s'applique à deux niveaux. La compatibilité au niveau de la gouvernance conduit à ce que les habilitations et les responsabilités doivent être explicitées afin de mieux régir la collaboration. A un second niveau, la compatibilité organisationnelle s'intéresse au fait que les différents niveaux de collaborateurs impliqués d'une organisation doivent être alignés avec leur vis-à-vis au niveau des partenaires.

Enfin, la compatibilité technologique comporte aussi deux niveaux. Au niveau de l'infrastructure technique, la compatibilité vise à ce que la plateforme intermédiaire composée d'espaces de stockage et de réseaux d'interconnexion, ne constitue pas un frein à la coopération. Au niveau du logiciel, la compatibilité s'intéresse à ce que les logiciels mis en jeu dans l'interaction soient assez ouverts et compatibles entre eux.

Ces trois types de compatibilité sont à prendre en considération à tous les niveaux possibles à savoir l'infrastructure, les données, les services et les processus.

2.2.3. Performance en utilisation

Le pilotage des activités constitue un enjeu pour les organisations dans une perspective de suivi et d'amélioration. Ce suivi concerne les processus nécessaires pour mettre en place et assurer un service efficace et fonctionnel. Dans ce contexte, le pilotage vise un double objectif : d'une part le suivi du fonctionnement interne grâce à la mise à disposition d'informations fiables et, d'autre part l'amélioration à travers l'optimisation des ressources et des modes opératoires.

Les performances opérationnelles comprennent deux composantes essentielles qui sont l'efficacité et l'efficience (Bouquin, 2014). L'efficacité s'attache aux résultats obtenus par rapport aux objectifs, l'efficience quant à elle s'intéresse au degré d'atteinte des résultats par rapport aux moyens employés. Notre travail se focalise sur la première composante d'efficacité lors de l'évaluation.

En effet, l'application des techniques et outils de contrôle interne, de monitoring de performance et d'excellence opérationnelle à la fonction d'exploitation informatique permettent de caractériser l'efficacité du fonctionnement du système inter-organisationnel.

Le pilotage de l'activité informatique est réalisé à l'aide de tableaux de bord pertinents. Ces derniers présentent une série d'indicateurs mesurant un ensemble de critères permettant de porter un jugement, de distinguer ce que l'on cherche à évaluer. La mesure des indicateurs utilise des métriques adéquates dans le but de caractériser un critère spécifique. De ce fait, Les entités de support suivent la qualité de services grâce à des indicateurs clés de performances (Key Performance Indicator) (Spremic *et al.*, 2008).

Les principaux indicateurs de performance informatique dans un contexte de collaboration sont reliés à la capacité d'interfonctionnement (Pesqueux, 1996). Il s'agit d'assurer une capacité de traitement appropriée des serveurs d'applications ainsi qu'un niveau adéquat de qualité de service du réseau d'interconnexion. Il s'agit aussi d'assurer un niveau acceptable de disponibilité. Un autre indicateur à prendre en charge concerne l'adéquation des scénarii d'échange mis en place avec les attentes des utilisateurs clés du système inter-organisationnel.

2.3. Synthèse

Assurer l'interfonctionnement entre systèmes nécessite de se doter de moyens adéquats permettant de qualifier l'interconnexion des systèmes en prenant en considération simultanément les trois caractéristiques précitées qui sont

- i) le potentiel interne,
- ii) la compatibilité externe et
- iii) les performances en utilisation.

L'agrégation des différents indicateurs relatifs à l'interaction est requise en vue de la synthétiser sous forme d'un seul indicateur. La construction d'un tel indicateur agrégé est l'objectif principal de notre modèle RatQual pour l'évaluation de la qualité.

3. Modèle RatQual pour l'évaluation de la qualité

RatQual est un modèle hiérarchique orienté évaluation s'inspirant du modèle "Facteurs, Critères et Métriques" de (McCall, 1979). Les caractéristiques sont organisées en plusieurs classes. L'approche d'évaluation utilise un mécanisme de quantification prenant en considération l'ensemble des aspects de mesure. La quantification compose et agrège des métriques élémentaires en vue d'avoir une image assez complète des caractéristiques étudiées.

3.1. Structure générale du modèle RatQual

Le modèle RatQual est conçu pour caractériser la qualité d'un réseau de collaboration. Il s'agit d'un modèle identifiant un ensemble de facteurs qualité dépendant pour leur gestion de l'environnement de collaboration. RatQual est un modèle orienté évaluation. Il prend en considération plusieurs aspects d'évaluation dans le but d'apprécier correctement chaque facteur caractérisant la collaboration au sein du RdC. Le modèle RatQual se propose d'offrir plusieurs grilles de lecture différentes de la qualité dans l'optique de s'adresser aux différents profils (responsables SI, architectes d'intégration, ingénieurs d'études et développement, opérateurs d'exploitation). La structure générale du modèle RatQual est composée de deux niveaux: l'un pour la caractérisation des grands principes conceptuels du modèle et illustrant les couches descriptive de la qualité; l'autre décrivant les étapes de l'approche d'évaluation et les mécanismes utilisés pour la métrique quantifiant les facteurs qualité.

En effet, la structure générale de RatQual s'intéresse ainsi à :

1. L'identification des facteurs qualité qui dépendent dans leur amélioration d'une combinaison des efforts fournis au sein d'une entité propre et des efforts fournis par les partenaires du réseau de collaboration.
2. La catégorisation en classes. Le nombre important des facteurs qualité pris en charge par RatQual impose une catégorisation de groupes hiérarchiques.
3. La différenciation des aspects d'évaluation. L'appréciation correcte d'un indicateur qualité doit prendre en considération l'ensemble des points de vue des parties prenantes impliquées dans sa mise en œuvre et sa maintenance lors de l'exploitation.
4. La quantification qui utilise les métriques adéquates. L'évaluation nécessite un ensemble de mécanismes de composition de caractéristiques et d'agrégation de métriques en vue de quantifier les facteurs qualité étudiés et de conclure avec les indicateurs adéquats de suivi.

Le modèle RatQual est doté d'une approche structurée d'évaluation prenant en considération les particularités et les exigences des réseau de collaboration, et utilisant un mécanisme d'agrégation des métriques permettant l'exploitation des données brutes. RatQual dispose d'une structure d'organisation des métriques sous forme de classes hiérarchisées (fig. 2).

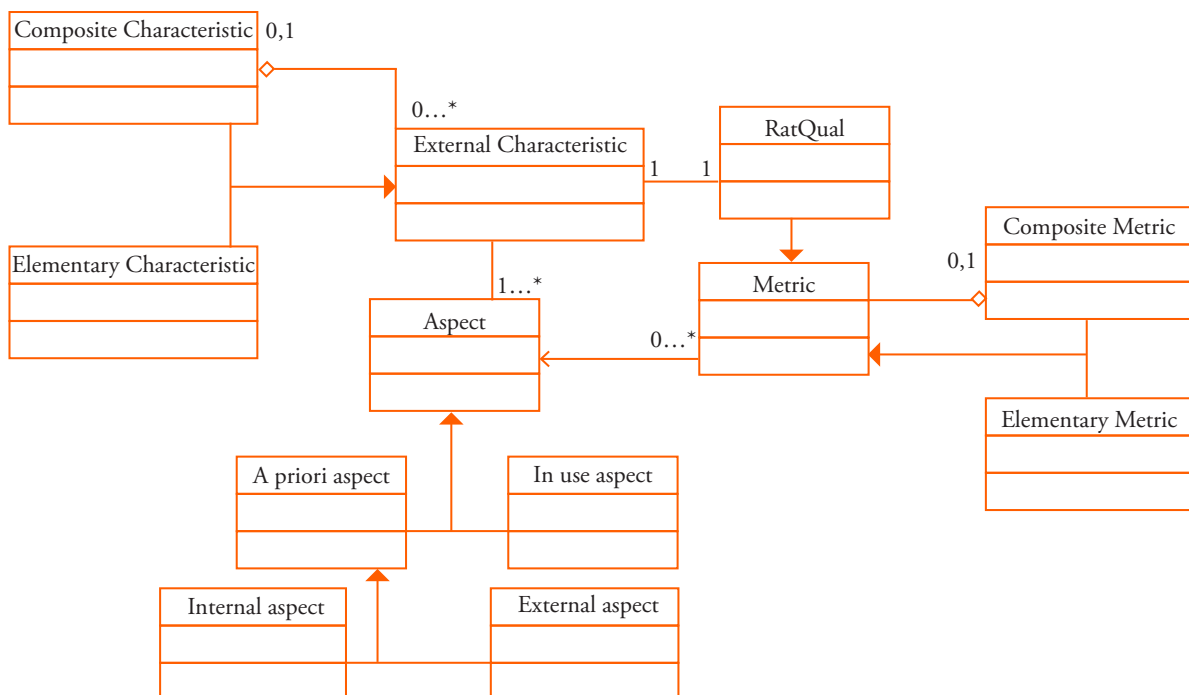


Figure 2. Modèle RatQual (ElmirA et al., 2013)

Ce modèle permet de fournir une vue détaillée des qualités externes dépendant de l'environnement au sein des réseaux de collaboration. RatQual fournit aussi une vue globale utilisable par les gestionnaires pour déterminer les capacités de la collaboration.

La définition de la qualité selon deux axes principaux oriente le modèle de qualité selon deux perspectives successives complémentaires : la caractérisation puis l'évaluation.

L'architecture générale de RatQual fait apparaître quatre parties :

- les classes des caractéristiques externes ;
- les caractéristiques et aspects de la qualité ;
- les aspects de mesures (*a priori* et *a posteriori*) ;
- une métrique pour l'évaluation de chacune des caractéristiques identifiées.

Le modèle est réparti en deux niveaux : niveau qualitatif et niveau quantitatif.

La partie qualitative de RatQual est composée de caractéristiques organisées en classes. Ce niveau classe des principes qualitatifs applicables et définis au contexte des réseaux de collaboration. Il s'agit de facteurs de qualité dépendant de l'environnement (*External Characteristics*) :

- les classes (*Composite Characteristics*) permettant une catégorisation des facteurs. Le modèle utilise l'ingénierie des exigences pour la catégorisation des facteurs ;
- les caractéristiques (*Elementary Characteristics*) représentant le niveau le plus fin du modèle. Elles représentent un élément constitutif de la qualité dans son ensemble. L'ensemble des caractéristiques fournit une vue globale de la collaboration.

La partie quantitative inclut les aspects d'évaluation et une métrique générique. Cette partie en revanche définit des manières de mesurer les différents détails décrivant chaque caractéristique. Il s'agit d'un niveau quantitatif, qui repose sur les exigences de la collaboration. Ce niveau utilise à la fois l'évaluation *a priori* et *a posteriori* :

- chaque aspect d'évaluation représente un point de vue d'évaluation. Ces aspects permettent de faire la différence entre l'évaluation *a priori* (*Internal and External Aspect*) et *a posteriori* (*In Use Aspect*) ;
- une métrique utilisée en vue de mesurer les différents aspects particuliers de mesure.

3.2. Catégorisation des facteurs qualité selon RatQual

Le deuxième niveau du modèle RatQual s'intéresse à la catégorisation des facteurs qualité traités. A ce niveau, la perspective d'ingénierie des exigences est utilisée. En effet, cette dernière est une discipline formelle s'intéressant à la définition des exigences de qualité et de la gestion de leur changement. Deux classes essentielles de facteurs de qualité se distinguent :

- les facteurs fonctionnels ;
- les facteurs non fonctionnels. Cette dernière catégorie est organisée à son tour en deux classes d'une part les facteurs de qualité liés à l'évolution temporelle au sein des RdC et d'autre part les facteurs de qualité liés à l'adaptation spatiale au contexte de la collaboration.

La figure 3 illustre les classes catégorisant les facteurs selon RatQual.

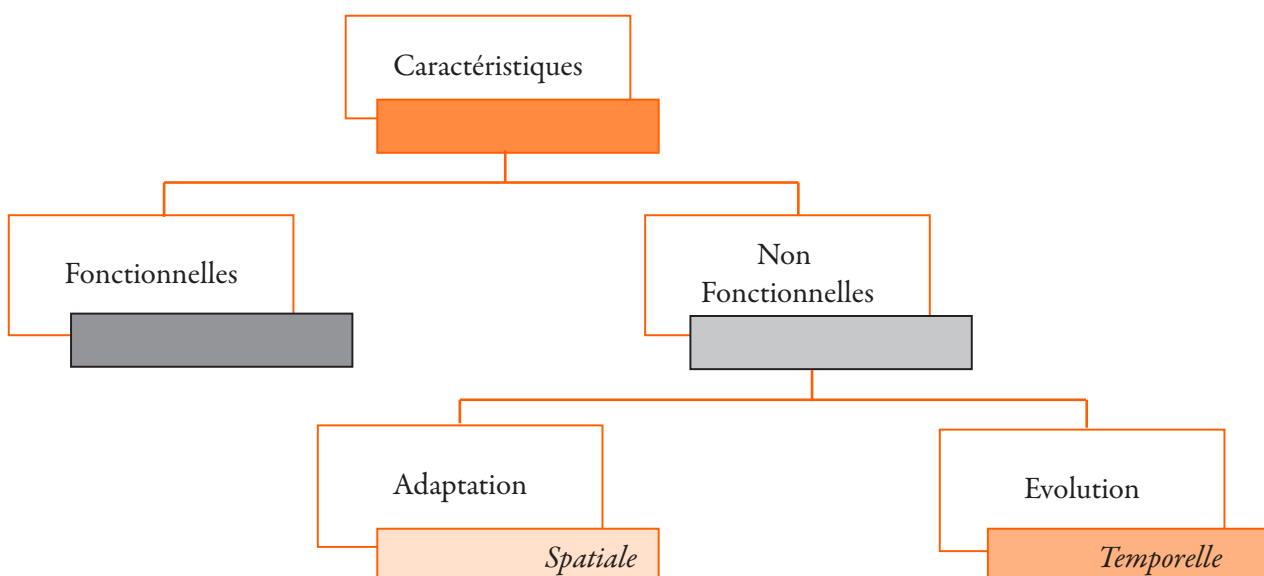


Figure 3. Classes de caractéristiques prises en charge par le modèle RatQual

3.3. Identification des facteurs qualité du modèle RatQual

Les facteurs de qualité pris en charge sont ceux qui caractérisent la collaboration. Chaque facteur donne une vue particulière de la qualité pour un secteur précis.

Les facteurs qualité pris en charge par RatQual ont la particularité d'être maîtrisés par l'apport mutuel des partenaires du réseau de collaboration. La phase d'identification des facteurs de qualité énumère dix-sept caractéristiques (tableau 3).

Dans le cadre du modèle RatQual, les facteurs de qualité sont ainsi répartis selon les trois classes Fonctionnalité, Adaptabilité et Evolutivité (tableau 5).

Facteurs qualité de RatQual	Fonctionnalité	Interopérabilité
		Sécurité
		Conformité
		inter-Alignement
	Adaptabilité	Portabilité
		Coexistence
		Remplaçabilité
		Flexibilité
		Variabilité
	Evolutivité	Changeabilité
		Maintenabilité
		Stabilité
		Testabilité
Extensibilité		

Tableau 5. Facteurs qualité du modèle RatQual (ElmirA et al., 2013)

3.4. Différentiation des aspects d'évaluation de RatQual

RatQual est un modèle orienté évaluation. L'évaluation a priori s'intéresse à deux volets. D'abord, le potentiel interne ne dépend que des capacités internes des composants/systèmes étudiés, et ce, sans prendre en considération l'environnement. Ensuite, la compatibilité de cette caractéristique prend en compte le contexte de la collaboration : il s'agit de la partie externe de cet aspect d'évaluation. L'évaluation a posteriori concerne le suivi des performances lors de l'exploitation du travail en réseau. Dans ce sens, la figure 4 illustre les différents aspects d'évaluation pris en charges par RatQual.

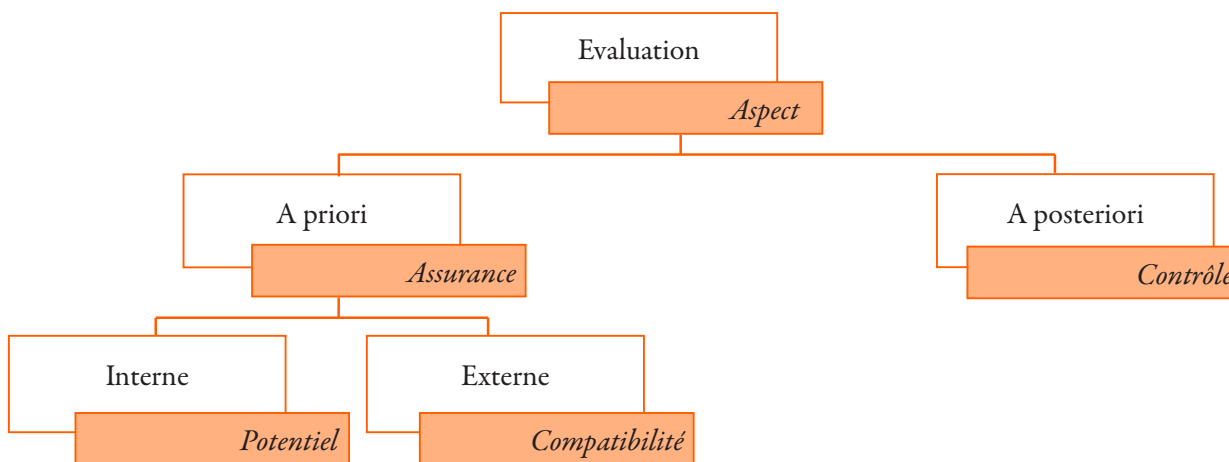


Figure 4. Aspects d'évaluation du modèle RatQual

3.5. Métrique RatQual d'évaluation

RatQual vise à collecter des informations intermédiaires de mesures pour les transformer en information facilement interprétable et exploitable pour des besoins d'optimisation. Dans le but d'assurer l'interprétation d'un degré recensé et de faciliter l'analyse, RatQual utilise des notes comprises dans l'intervalle continu (0, 1) : 0 référant un degré chaotique et 1 faisant référence à un état parfait. RatQual garde les valeurs intermédiaires utilisées avant de procéder à la composition des aspects d'évaluation et l'agrégation des caractéristiques élémentaires à chaque niveau de mesure.

En effet, pour parvenir à évaluer le degré de chacun des dix-sept facteurs de qualité, il y a recours à la combinaison des différents aspects d'évaluation. Pour évaluer la qualité de manière adéquate, il convient de prendre en compte l'organisation, les spécificités et les exigences du RdC. L'ensemble des métriques sont combinées et transposées dans un intervalle unique (0,1). Les trois aspects d'évaluation sont combinés en vue d'avoir une idée assez complète sur la qualité de la coopération au sein des RdC. Cette étape permet d'obtenir une note pour un composant donné.

Les différents résultats obtenus sont à agréger et à normaliser dans le but d'estimer la qualité dans son ensemble. L'opération d'agrégation constitue, pour sa part, une étape statistique en vue de donner une valeur globale à un ensemble de mesures. La normalisation de tous les résultats (métriques, combinaison, agrégation) permet d'avoir une interprétation unifiée à tous les niveaux.

Etre capable de combiner plusieurs métriques en un résultat unifié passe par une normalisation des valeurs dans un intervalle donné. Normaliser des valeurs quelconques dans un intervalle donné consiste le plus souvent à appliquer des transformations discrètes à ce jeu de valeurs. Un tel système présente l'avantage d'être simple à implémenter et facile à lire mais il n'est pas obligatoirement adapté à toutes les mesures. Il constitue le moyen le plus simple de traduire une expertise humaine telles que celles qui constituent les mesures manuelles du modèle RatQual mais il pose des problèmes lorsqu'il traduit des métriques en valeur de qualité : les modifications sont alors masquées.

RatQual garde, pour chaque degré agrégé, les valeurs intermédiaires de chaque étape d'évaluation. En effet, il est utile de pouvoir décomposer les valeurs agrégées dans le but de déterminer dans quelle mesure la valeur agrégée au niveau du système peut être expliquée par un partitionnement particulier du système en sous-systèmes. Sans cette action, les opérations d'agrégation et de combinaison classiques pourraient conduire à une perte d'information : les valeurs individuelles de chaque métrique sont perdues dans l'étape de combinaison, et l'évaluation individuelle des composants ne se retrouve pas nécessairement transcrite dans l'opération d'agrégation. La figure 5 hiérarchise les mécanismes d'agrégation de RatQual et précise les moyennes statistiques utilisées arithmétiques (WAM) ou géométriques (WGM).

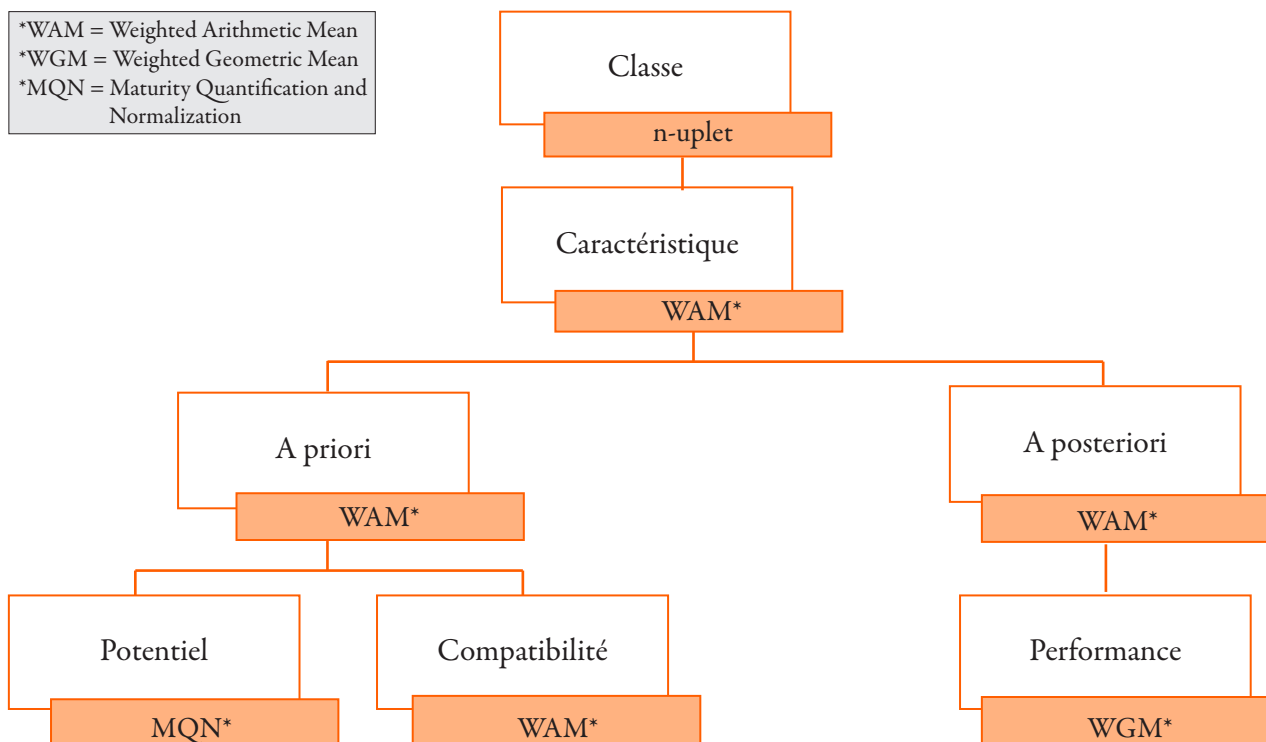


Figure 5. Hiérarchie d'agrégation du modèle RatQual

Les mécanismes d'agrégation sont détaillés dans la section suivante dédiée à l'approche d'évaluation RatQual.

4. Approche RatQual pour l'évaluation de la qualité

L'approche RatQual sert à caractériser les facteurs qualité de l'ensemble du système inter-organisationnel ou une partie bien délimitée de ce système. A cet effet, l'approche a pour point de départ une phase de délimitation de l'étendue de la collaboration à étudier. Ensuite, trois processus sont à initier en parallèle. Ces processus s'intéressent à la quantification des caractéristiques relatives aux aspects opérationnels du facteur qualité qui sont le potentiel, la compatibilité et la performance.

La quantification des aspects opérationnels étudiés dans la section précédente est faite en utilisant les principes d'Architecture d'Entreprise. La plupart des organisations désirant augmenter l'efficacité du système de support de la collaboration utilise l'une des formes de la discipline d'Architecture d'Entreprise (frameworks d'architecture, cadre d'interopérabilité, orientation service).

Pour assurer les compatibilités nécessaires à la collaboration, RatQual commence par identifier des barrières (conceptuelles, organisationnelles et technologiques) sur les couches architecturales qui sont les couches techniques supportant l'interfonctionnement, les données manipulées lors de l'interaction, les services à orchestrer, et les processus métier.

La dernière phase de l'évaluation selon RatQual reste la combinaison, l'agrégation et la normalisation des trois aspects précités en un seul indicateur quantitatif. Le résultat obtenu dans cette phase d'agrégation sert à définir l'indicateur RatQual de l'un des dix-sept facteurs qualité pris en charge par le modèle.

La démarche RatQual est constituée de cinq étapes dont le séquençage est illustré par la figure 6.

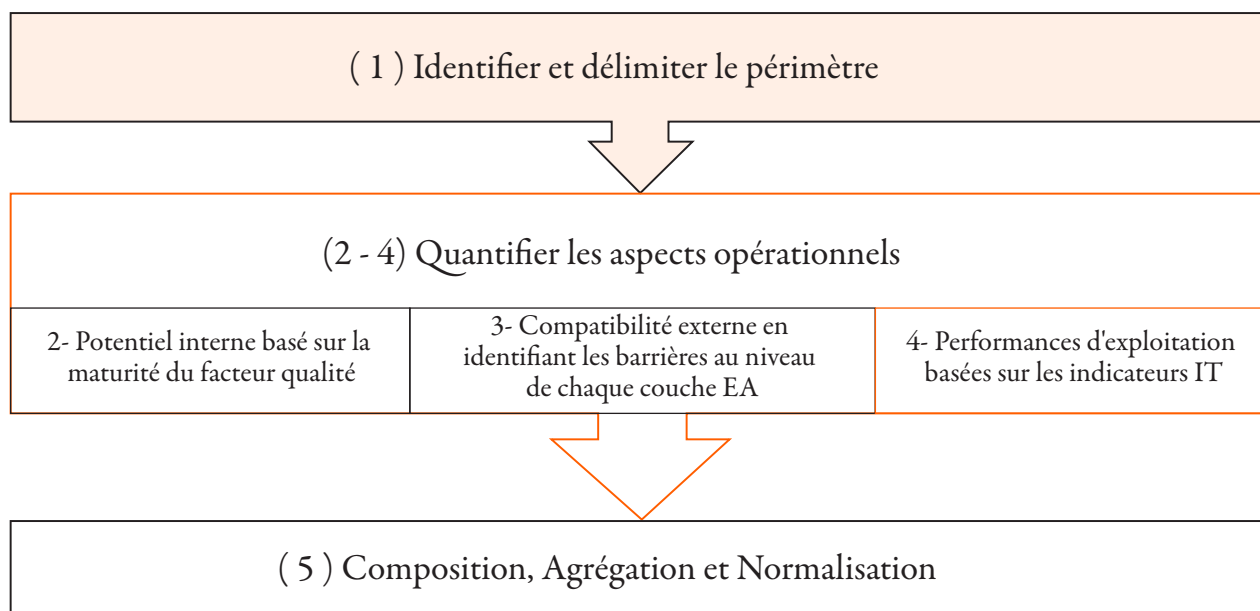


Figure 6. Démarche RatQual pour la mesure de la qualité (ElmirA et al., 2013)

4.1. Etape d'identification et délimitation du périmètre

Dans une situation de collaboration impliquant des composants SI de plusieurs partenaires, l'évaluation du degré des facteurs qualité nécessite tout d'abord la connaissance de l'environnement et la délimitation du périmètre des interactions.

Le degré des caractéristiques de qualité à déterminer peut concerner un système quant à son interaction à un ensemble de systèmes qui l'entourent (approche centrée système) ou seulement un ensemble de liens existants entre des systèmes mis en jeu.

Sur le plan pratique, le système ou le lien étudié permet le support d'un processus métier à l'intérieur d'une seule organisation ou à travers une série d'organisations formant un réseau de collaboration. Par la suite, nous appelons "entités" les "unités organisationnelles" du système évalué. Dans un réseau de collaboration comportant "n" entités énumérées E_k avec $k \in \{1, 2, \dots, n\}$, le processus étudié (qu'il soit intra ou inter-organisationnel) se compose d'un ensemble de sous-processus automatisés chacun au sein d'une entité indépendante du réseau de collaboration. Ces sous-processus sont automatisés en utilisant une multitude de services techniques et sont interconnectés entre eux par plusieurs interfaces identifiées à l'avance.

L'approche RatQual part d'un travail d'inventaire des différents composants architecturaux au niveau de toutes les couches d'Architecture d'Entreprise régissant la collaboration.

Une phase préliminaire s'impose concernant l'identification du contexte de la collaboration avant d'énumérer l'ensemble des composants architecturaux du système inter-organisationnel impliqués à savoir les processus automatisés sous-jacents, les ressources techniques utilisées, les services techniques mis en jeu ainsi que les données manipulées et échangées.

A cet effet, la première étape comprend l'identification :

- des entités impliquées dans la collaboration au sein du réseau de collaboration ;
- des-sous-processus de chaque entité dans le but d'étudier leur compatibilité à interagir ;
- des ressources techniques, des services techniques utilisés et des données à échanger pour soutenir les processus automatisés au sein de chaque entité.

Cet inventaire servira dans les processus fixant les caractéristiques des aspects opérationnels de la collaboration. Il implique essentiellement les architectes d'intégration ayant une visibilité sur la cartographie organisationnelle et technique des interconnexions mises en place ou à mettre en œuvre.

4.2. Etape de quantification du potentiel interne

L'appréciation du potentiel de la qualité passe par deux étapes essentielles. La première étape consiste à calculer ce potentiel au niveau de chacune des "n" entités avant de synthétiser le potentiel global du facteur qualité étudié à l'échelle du RdC.

Le calcul du potentiel interne au sein de la k^{ème} entité E_k dénoté " PQ_k " (pour potentiel de la qualité) nécessite l'adoption de l'un des modèles de maturité de la qualité à cinq niveaux (cf. tableau 4). L'entité étudiée est classée dans l'un de ces niveaux noté QMML (*Quality Maturity Model Level*): établi, modelé, intégré, interopérable ou optimisé.

Pour identifier le degré du potentiel de la qualité, l'approche RatQual propose alors d'affecter un poids de 20% à chaque niveau de maturité acquis par l'organisation. Ceci permet de quantifier le degré selon un ratio allant de 0 à 100% (cf. tableau 6).

Niveau de maturité (QMML)	quantification du potentiel
1	0.2
2	0.4
3	0.6
4	0.8
5	1

Tableau 6: Quantification des niveaux de maturité de la qualité (ElmirA et al., 2013)

Au sein de chaque entité dans le RdC, le potentiel se calcule selon l'équation suivante :

$$PQ_k = 0.2 * QMML_k \text{ avec } k \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (1)$$

Dans une situation de collaboration, les performances de l'ensemble des partenaires sont affectées par le partenaire ayant la capacité la plus faible relativement au facteur qualité étudié. Le potentiel du réseau de collaboration relativement à ce facteur est ainsi à aligner avec le partenaire le moins mature par rapport à ce facteur. Le potentiel final à travers le réseau de collaboration est donné par l'équation :

$$PQ = \min(PQ_k) \quad (2)$$

L'équation (2) permet ainsi de quantifier le potentiel de la qualité à la base de facteurs qualitatifs qui sont les niveaux de maturité. La quantification ainsi formulée est normalisée à une échelle de 0 à 100%.

Cette opération nécessite l'évaluation des responsables d'assurance qualité SI qui sont les mieux à même d'apprécier les niveaux de maturité organisationnelle ainsi que les capacités des domaines de processus selon les modèles spécifiques à chaque facteur qualité.

4.3. Etape d'appréciation du degré de compatibilité externe

Cette phase requiert des compétences en intégration d'entreprise (architectes d'entreprise). Elle nécessite aussi la présence des ingénieurs études et développement ainsi que des responsables du paramétrage fonctionnel. L'expertise technique et métier est indispensable pour apprécier correctement les degrés de compatibilité entre les processus automatisés à intégrer à l'échelle du réseau de collaboration.

En effet et en vue d'assurer l'automatisation d'un processus métier à l'échelle du système inter-organisationnel, il est nécessaire d'étudier les interfaces externes des systèmes de support. Dans cette phase, le degré de compatibilité "DC" est calculé sur la base d'une cartographie illustrant les correspondances entre les composantes sous-jacentes et les processus adjacents.

Plusieurs études s'intéressent à la caractérisation de la compatibilité de collaboration. Les auteurs de (Kasunic *et al.*, 2004) et (Chen *et al.*, 2013) identifient plusieurs indicateurs pour décrire cette compatibilité.

Pour évaluer le degré de compatibilité, notre travail utilise une matrice de compatibilité construite sur la base de combinaisons des niveaux architecturaux et des barrières de collaboration. Sur le plan pratique, il s'agit d'énumérer les barrières conceptuelles, techniques et organisationnelles sur tous les niveaux de préoccupation : processus, service, donnée et infrastructure.

En notant les degrés de compatibilité élémentaire " dc_{ij} " (i prend des valeurs de 1 à 4, et j de 1 à 6), le tableau 7 peut alors être construit.

Par conséquent, si les critères dans une zone donnent satisfaction, la valeur 0 est assignée à dc_{ij} , sinon dans le cas où beaucoup d'incompatibilités sont rencontrées, la valeur 1 est assignée.

Niveau \ Compatibilité	Conceptuelle		Organisationnelle		Technique	
	syntactique	sémantique	responsabilité	organisation	plateforme	communication
Processus	dc11	dc12	dc13	dc14	dc15	dc16
Service	dc21	dc22	dc23	dc24	dc25	dc26
Données	dc31	dc32	dc33	dc34	dc35	dc36
Infrastructure	dc41	dc42	dc43	dc44	dc45	dc46

Tableau 7. Matrice de compatibilité à la collaboration adoptée par RatQual (ElmirA *et al.*, 2013)

Le degré de compatibilité "DC" est calculé par l'équation :

$$DC = 1 - \sum (dc_{ij} / 24) \quad (3)$$

L'équation (3) permet de quantifier le degré de compatibilité de la partie étudiée du SI. La quantification utilisée a été dictée par la nécessité d'avoir une métrique normalisée dont les résultats de mesure appartiennent à (0, 1).

4.4. Etape d'évaluation des performances opérationnelles de la collaboration

Cette phase est du ressort de l'équipe chargée du support des services (exploitation et production informatique, administration du réseau). L'évaluation de l'efficacité opérationnelle "PO" est faite sur la base de tableaux de bord des SI des entités du réseau de collaboration. Ces indicateurs caractérisent les processus SI nécessaires pour assurer un service efficace et fonctionnel. Les indicateurs pris en charge comprennent :

- le taux de disponibilité des serveurs d'applications (capacité de traitement),
- la qualité de service de communication (capacité de communication),
- le degré de satisfaction des utilisateurs finaux.

En effet, la collaboration ne peut réussir qu'en présence d'une plateforme d'interfonctionnement dans laquelle la connectivité aux systèmes externes doit être exempte de tout dysfonctionnement et dont l'infrastructure logicielle doit être ouverte et fiable.

Notons :

- "DS" le taux global de disponibilité des serveurs d'application utilisés pour la concrétisation de la collaboration ;
- "QoS" la qualité de service des différents réseaux de communication utilisés pour permettre l'interaction des composants. Cette qualité est représentée principalement par la disponibilité globale des réseaux et la bande passante effective utilisée ;
- "TS" le niveau de satisfaction des utilisateurs finaux. Le calcul de ce niveau de satisfaction est réalisé par des enquêtes de satisfaction de l'utilisation du SI.

Compte tenu de la nature cumulative des trois taux, DS, QoS et TS, l'évaluation de la performance opérationnelle est donnée par la moyenne géométrique (DeFusco *et al.*, 2011) selon l'équation suivante :

$$PO = \sqrt[3]{(DS * QoS * TS)} \quad (5)$$

La quantification de l'efficacité opérationnelle selon l'équation (5) permet d'avoir l'efficacité opérationnelle synthétisée selon une valeur normalisée appartenant à (0, 1).

4.5. Etape de combinaison, d'agrégation et de normalisation des indicateurs qualité

Après la délimitation de l'étendue de la coopération et la quantification sous forme d'indicateurs des divers aspects opérationnels, la dernière phase de l'approche *RatQual* concerne la synthétisation de l'indicateur global de l'interconnexion.

Le calcul final est obtenu en combinant et en agrégeant les trois indicateurs précédents en utilisant une fonction f définie dans $(0,1)^3 \rightarrow (0,1)$ (équation 6) :

$$RatQual = f(PQ, DC, PO) \quad (6)$$

Étant donnée la nature indépendante de ces trois indicateurs, *RatQual* opte pour la moyenne arithmétique (DeFusco *et al.*, 2011) (équation 7) :

$$RatQual = (PQ, DC, PO) / 3 \quad (7)$$

Dans le cas où le réseau métier dispose d'éléments clés pour pondérer les trois composants par des poids (w_1, w_2, w_3), la moyenne arithmétique pondérée est utilisée à cette étape (équation 8) :

$$RatQual = (w_1 * PQ + w_2 * DC + w_3 * PO) / (w_1 + w_2 + w_3) \quad (8)$$

5. Automatisation de l'approche : Quality Monitoring Tool

L'outil QMT (pour Quality Monitoring Tool) est développé pour automatiser l'approche d'évaluation *RatQual*. L'outil permet la planification des scénarii pour atteindre les niveaux de qualité souhaités de *RatQual*. Ses principales fonctionnalités aident à mieux suivre les niveaux de fonctionnement des systèmes inter-organisationnels. QMT permet aussi d'historiser les différentes opérations de mesure, donnant la possibilité aux analystes d'observer les évolutions et de choisir des scénarii d'évolution des valeurs antérieures.

Enfin, QMT facilite la planification des efforts d'évolution puisque :

- à chaque itération, QMT permet la proposition de plusieurs scénarii et ;
- pour chaque scénario, il propose les variantes des indicateurs de base.

Afin de décrire l'emploi de l'approche *RatQual* d'évaluation et l'utilisation de l'outil QMT, nous utilisons un cas d'utilisation de l'interfaçage du système de la comptabilité avec trois autres systèmes.

5.1. Modules du Quality Monitoring Tool

L'outil Quality Monitoring Tool (QMT) comprend trois sous modules (fig. 7). Le premier est consacré à l'automatisation de l'approche *RatQual* pendant une période spécifique. Le deuxième module permet de proposer un scénario d'évolution d'un niveau de la qualité vers un niveau amélioré. Le troisième permet de faire le suivi périodique des indicateurs recensés sous forme de graphiques.



Figure 7. Trois sous modules de l'outil QMT

En effet, le premier sous-module est consacré à l'automatisation de l'approche *RatQual* pendant une période spécifique. La figure 8 décrit l'évaluation de la qualité d'un macro-processus automatisé orienté service, au sein du réseau de collaboration, en utilisant le modèle de maturité EIMM (tableau 3). Dans ce cas précis, l'entreprise est classée au niveau 2 de maturité (niveau intégré d'EIMM).

Il est à souligner aussi l'occurrence d'un nombre important d'incompatibilités d'ordre conceptuel et organisationnel au niveau de la couche métier. Les taux de disponibilité des ressources de support (serveurs d'application et réseau fédérateur) sont excellents, il est noté aussi un bon taux de satisfaction utilisateurs quant aux services fournis à travers l'interconnexion existante.

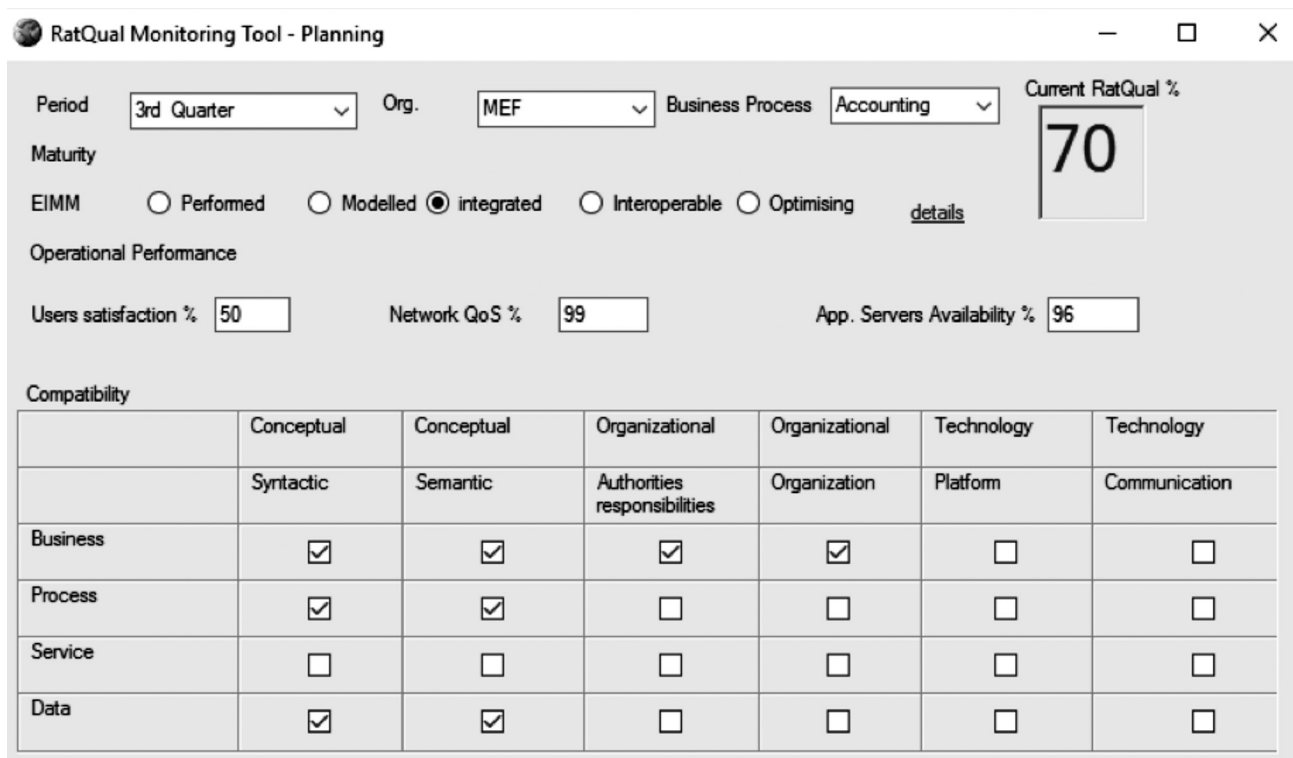


Figure 8. Exemple d'interface de suivi de l'évolution du facteur d'interopérabilité

5.2. Illustration de l'évaluation et suivi d'évolution de l'interopérabilité

Pour la mise en place des échanges avec le Système comptable, il y a lieu de recueillir l'ensemble des événements de gestion générés dans tous les systèmes métier ayant un impact sur la comptabilité.

Ainsi, la gestion de la comptabilité se trouve en amont de plusieurs autres processus métier. La capacité de gestion de ce processus dépend fortement de la qualité de l'interfaçage du système comptable avec les autres systèmes de l'organisation et les systèmes de ses partenaires institutionnels.

A titre illustratif, il s'agit d'étudier l'interaction entre quatre systèmes métier : Comptabilité publique (S1), Dépenses budgétaires (S2), Recettes budgétaires (S3), Immobilisations (S4) (fig. 9).

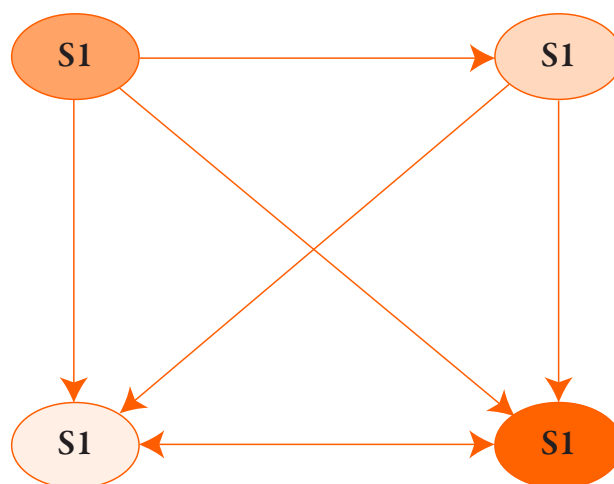


Figure 9. Modèle d'interaction de quatre systèmes métier

Les acteurs système d'information, en concertation avec les gestionnaires métier, ont pour objectif immédiat d'améliorer, avec RatQual, de 70% les niveaux d'interopérabilité et planifient d'atteindre 85% d'amélioration dans un semestre (tableau 8). 70% étant obtenu suite à l'application de l'approche RatQual (fig. 10).

Réseau de collaboration	Degré de Potentiel interne (PQ : équation 2)	Degré de Compatibilité (DC : équation 3)	Performance (PO : équation 5)			RatQual Actuel (équation 7)	RatQual Planifié
			QoS	DS	TS		
Système comptable	60%	67%	99%	96%	50%	70%	85%

Tableau 8. Evaluation et planification de "l'interopérabilité" à base de RatQual

Avec le deuxième sous-module, QMT donne la possibilité de proposer un scénario pour atteindre un degré planifié. Dans l'exemple illustré par la figure 10, il s'agit d'envisager d'augmenter le degré de la qualité d'un "état actuel" à un "état à atteindre" de RatQual.

QMT suggère d'améliorer la maturité pour atteindre le troisième niveau (tableau 3), d'optimiser la disponibilité des serveurs d'applications concernés, de mieux répondre aux attentes des utilisateurs finaux et de résoudre au moins les incompatibilités conceptuelles.

	Conceptual	Conceptual	Organizational	Organizational	Technology	Technology
	Syntactic	Semantic	Authorities responsibilities	Organization	Platform	Communication
Business	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Process	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Service	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 10. Planification de l'optimisation de la qualité en RdC

6. Conclusion

L'article présente le modèle RatQual proposé pour définir et évaluer les facteurs qualité des systèmes inter-organisationnels. Il s'agit d'un modèle hiérarchique orienté évaluation incluant dix-sept facteurs qualité organisés en trois principales classes d'exigences qualitatives : "fonctionnelles", "d'adaptation" et "d'évolution" des exigences qualitatives des processus orientés services.

RatQual prend en considération tous les aspects opérationnels d'évaluation dans le but d'apprécier correctement chaque facteur caractérisant la collaboration au sein du réseau de collaboration. Il définit une métrique combinant les aspects essentiels de qualité :

- qualité interne représentée par le potentiel,
- qualité externe illustrant la compatibilité,
- qualité à l'utilisation relative aux performances opérationnelles accompagnant l'interconnexion.

RatQual est un outil d'évaluation quantitatif normalisé agrégeant les différents aspects opérationnels précités. RatQual prend aussi en considération l'architecture d'entreprise régissant la coopération dans un processus en cinq étapes pour l'évaluation (fig. 6).

Le modèle RatQual offre différentes grilles de lecture de la qualité s'adressant à plusieurs profils (responsables SI, architectes d'intégration, ingénieurs d'études et développement, opérateurs d'exploitation). La structure générale de RatQual est composée de deux niveaux : le premier définit les principes conceptuels du modèle permettant

d'énumérer et de classer les facteurs qualité, et le deuxième décrit l'approche et les mécanismes utilisés pour quantifier ces facteurs.

L'outil QMT (pour Quality Monitoring Tool) est utilisé pour automatiser l'approche RatQual lors de l'évaluation tout en aidant à la planification pour l'amélioration des niveaux de la qualité.

L'une des perspectives ouvertes du présent travail est de pouvoir utiliser RatQual dans l'optimisation des scénarii d'amélioration de deux ou plusieurs facteurs qualité. Il s'agit de penser à une approche pour aborder le renforcement mutuel de deux ou plusieurs facteurs qualité à travers une perspective multi projets. Dans ce cas, il s'agit de planifier la répartition des efforts pour réussir la collaboration en prenant RatQual comme indicateur d'optimisation d'effort.

7. Références

- ATHENA, ATHENA A2, D.A2.3: *Architecture for Enactment and Integration of Cross-Organisational Business Processes, Version 1.0*, ATHENA IP, Deliverable D.A2.3, (2005).
- Al Qutaish, R., *SPQMM: Software Product Quality Maturity Model using ISO/IEEE standards, metrology, and sigma concepts*, Ecole De Technologie Supérieure (doctoral dissertation, UNIV.DU QUEBEC). (2007).
- Bouquin H. (2014). *Le contrôle de gestion en milieu ou en situation spécifique*, Presses Universitaires de France, collection Gestion, Paris (2014).
- Burnstein, I., AH, T. S., Saxena, G., Grom, R., *A testing maturity model for software test process assessment and improvement*, Software Quality Professional, 1(4). (1999).
- Chen, D. (2013). *Framework for enterprise interoperability and maturity model (CEN/ISO 11354)*. Interoperability for enterprise software and applications, 15-22.
- De Haes, S., & Van Grembergen, W., *Enterprise governance of information technology*. Featuring COBIT, 2015, vol. 5. Springer, 2015.
- DeFusco R., McLeavey D.W. et Pinto J.E., *Quantitative investment analysis*. Vol. 2 of CFA Institute investment series, pp. 127, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA, (2011).
- Elmir, A., Elmir, B., et Bounabat, B. *Towards an Assessment-oriented Model for External Information System Quality Characterization*. IJCSI, Vol. 10, Issue 4, No 2, July 2013, p.105-112
- Elmir, A., Elmir, B., Bounabat B., *Inter-organizational System Management for integrated service delivery: an Enterprise Architecture Perspective*, IJCSI, Volume 12, Issue 2, March 2015
- Fenton, N., & Bieman, J. (2014). *Software metrics: a rigorous and practical approach*. CRC Press, 2014.
- Gheorghe, G., Massacci, F., Neuhaus, S., Pretschner, A., *GoCoMM: a governance and compliance maturity model*. the first ACM workshop on Information security governance (pp. 33-38). ACM. (2009).
- Guédria, W., Naudet, Y., & Chen, D. (2008, November). *Interoperability maturity models—survey and comparison—*. In *OTM Confederated International Conferences* (pp. 273-282). Springer Berlin Heidelberg.
- Hohpe G. et Woolf B., "Enterprise integration patterns: Designing", building, and deploying messaging solutions». Addison-Wesley, 2004.
- Kasunic M. et Anderson W., *Measuring Systems Interoperability: Challenges and Opportunities*, CMU/SEI-2004-TN-003. Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University Software Engineering Institute, 2004.
- McCall J. A., *An Introduction to Software Quality Metrics*, Software Quality Management, J. D. Cooper and M. J. Fisher, (eds.) Petrocelli Books, New York, NY, 1979, pp. 127-142.
- Mecca, G., Santomauro, M., Santoro, D., & Veltri, E., *Middleware-Oriented Government Interoperability Frameworks: A Comparison*. Journal of Universal Computer Science, 20(11), 1543-1563, 2014.
- Mykkanen J.A., Tuomainen M.P., *An evaluation and selection framework for interoperability standards*, Information and Software Technology 50 (3), 2008, pp.176-197.
- Pessoa R. M., Goncalves da Silva E., van Sinderen M. J., Quartel D. A. C., Ferreira Pires L., *Enterprise Interoperability with SOA: a Survey of Service Composition Approaches*, In International Workshop on Enterprise Interoperability, 2008, pp. 32-45.
- Pesqueux Y. *La notion de performance globale*, proceeding du 27ème congrès de l'Association Francophone de Comptabilité, Tunis pp. 1-13, (2004).
- Rathfelder, C., Groenda, H., *Towards an Architecture Maintainability Maturity Model (AM3)*. Softwaretechnik-Trends, 28(4), 3-7. (2008).
- Saleh, M. F. *Information Security Maturity Model*. International Journal of Computer Science and Security (IJCSS), 5(3), 21. (2011).
- Santana Tapia, R. G., Daneva, M., van Eck, P., *Developing an inter-enterprise alignment maturity model: Research challenges and solutions*. In C. Rolland, O. Pastor, and J.-L. Cavarero, editors, Proc. of the 1st Int. Conf. on Research Challenges on Information Science (RCIS'07), pages 51-59, Ouarzazate, Morocco, (2007)
- Spremic M., Zmirak Z., Kraljevic K., *IT and Business Process Performance Management: Case Study of ITIL Implementation in Finance Service Industry*, 30th International Conference on Information Technology Interfaces, June 2008, pp. 243-250.

Determination of human personality using multi-agent paradigm

Détermination de la personnalité humaine à l'aide d'un paradigme multi-agents

Mouhsine Rhaimi

LASTID Laboratory, physics Dpt, Faculty of Sciences, IbnTofail University - Kenitra, Morocco
mouhsine.rhaimi@gmail.com

Rochdi Messoussi

LASTID Laboratory, physics Dpt, Faculty of Sciences, IbnTofail University - Kenitra, Morocco
messoussi@uit.ac.ma

Résumé

Dans le cadre d'un projet de recherche intitulé "Elaboration d'une Communauté d'étudiants Virtuels pour communiquer avec une plate-forme d'apprentissage en ligne", nous avons proposé la conception d'une Communauté d'étudiants virtuels (CEV) pour simuler le comportement d'un groupe d'étudiants humains, permettant de minimiser le coût élevé de charge et d'organisation d'une expérimentation en contexte réel. Afin que les étudiants virtuels puissent le plus fidèlement possible représenter des étudiants humains dans leur diversité, nous nous sommes confrontés à la notion de profil et type de personnalité pour un agent informatique. Cet article décrit le concept de notre proposition pour l'intégration des profils psychologiques ou type de personnalité dans le développement de la communauté d'étudiants virtuels.

Abstract

In the current research work "Development of a Virtual students Community to communicate with an e-learning platform", we suggested a virtual student community (VSC) that will substitute a group of human students, which will minimize the support and organization cost. In order to make virtual students able to represent as faithfully as possible human students in their diversity, we were confronted with the notion of profile and personality type for a computer agent. This article describes the concept of our suggestion for the integration of psychological profiles or personality types in the development of a virtual student community.

Mots-clés

Communauté d'étudiants virtuels, système multi-agents, intelligence artificielle, agent normatif, type de personnalité, profil, communication, E-Learning.

Keywords

Virtual Student Community, multi-agent system, artificial intelligence, normative agents, personality types, profiles, communication, E-learning.

1. Virtual Student Community and Personality Types

E-learning platforms are growing fast and becoming mature and more sophisticated, but their role remains very sensitive. It requires a good evaluation before being put online for specific or public use. To address this problem, evaluation systems have emerged and offer a multitude of statistics in order to monitor and improve the performance of these platforms.

Assessment methods are mostly based on recommendations, test schedule, evaluation steps to be applied manually by testers. They require presence of tutors or intelligent tutoring system (ITS), as well as one or several teams of students to carry out activities on platform. There are many evaluation tools for learning management system (LMS), with different approaches and solutions, such as Sagitec Solutions (Sagitec Solutions, 2016), free Excel-based tool featuring detailed recommended evaluation criteria and more, LMS Evaluation Checklist (Centre for Distributed Learning, 2016). Many other websites propose recommendations lists to help evaluating outcomes, performance and user acceptance of LMS training program (WBT, 2016).

Within the scope of active pedagogies, assisting tutors in collaborative work analyze interactions between students using an e-learning platform. They are new tools aiming to improve such experience, as described by Oumaira (Oumaira et. al., 2011). Such instruments can also be extended to help learning students. The need for a group of students and tutors to conduct exchanges via a LMS in order to extract statistics makes the evaluation action costly and, above all, long if good quality results are sought.

We proposed a virtual student community that will substitute real groups of students. The virtual students (VS) focus only on the task of exchange with the platform and can run at a high frequency to minimize the evaluation time (Rhaimi and Messoussi, 2014). The virtual student community (VSC) is very flexible as we can define the number of individuals (VS agents) within at will. VSC can be divided by subgroups with different profiles, and it is always operational. VSC also allows a detailed follow-up of actions carried out by its agents.

Our focus, here, is on the Virtual Student's profiles module. The goal is to integrate psychological profiles to simulate different communication behaviours, so that each Virtual Student simulates at best a human profile, making VSC closer to reality substitution of a human community. The profiles we want to make available to Virtual Students are based on the 16 personalities of Isabelle Briggs-Myers and Katherine Cook Briggs and Carl Gustav Jung.

In this article, we describe the concept of personality type of an intelligent agent within our Virtual Student Community system. Therefore, we make a brief review of Virtual Student Community system background, its objectives, and then we describe the work purpose. We also review Jung's and Myers-Briggs' works before showing the result of our online survey and linking it to Plety's work in order to get personality types and categories we need to implement into Virtual Students.

2. Personality types: theoretical background

In the scope of analytical psychology, Carl Gustav Jung (1875-1961), a Swiss psychiatrist, has conducted many theoretical researches about psychological types. According to Jung's theory of psychological types (Jung, 1971), people can be characterized i) by their general attitude i.e. Extrovert (E) versus Introvert (I), ii) by their preference for one of the two perceptual functions i.e. Sensation (S) versus Intuition (N), and iii) by their preference for one of the two judgment functions i.e. Thinking (T) versus Feeling (F). The three preferences domains introduced by Jung are dichotomies (bipolar dimensions where each pole represents a different preference). Jung also proposed that a person has one dominant function, either a perceptual or a judgment one.

Isabel Briggs Myers, researcher and practitioner of Jung's theory, proposed to look at the judgment-perceived relationship as a fourth dichotomy that influences personality type (Briggs Myers, 1980): Judgment (J) versus Perception (P).

*The first criterion, **Extroversion E – Introversion I**, means the source and direction of the expression of a person's energy. The source and direction of the expression of the energy of an extrovert is primarily in the outer world, while an introvert has a source of energy primarily in its own inner world.*

*The second criterion, **Sensation S – Intuition I**, represents the method by which a person perceives information. Sensation means that a person primarily believes information that it receives directly from the outside world. Intuition means that a person primarily believes information that it receives from the internal or imaginative world.*

*The third criterion, **Thinking T – Feeling F**, means that a person makes a decision primarily through logic. Feeling means that a person makes a decision based on emotion, namely on the basis of what it feels to do.*

*The fourth criterion, **Judgment J – Perception P**, reflects how a person implements the information it have processed. Judgment means that a person organizes all its events in life and, as a rule, holds to its plans. Perception means that it is inclined to improvise and explore other options.*

All possible permutations of preferences in the above four dichotomies result in 16 different combinations, or personality types, representing which of the two poles in each of the four dichotomies is dominant, thus defining 16 different personality types. Each type of personality can be given an acronym of 4 letters (Myers-Briggs Foundation, 2017a):

- ESTJ – Overseer
- ESFJ – Supporter
- ISTJ – Examiner
- ISFJ – Defender
- ESTP – Persuader
- ESFP – Entertainer
- ISTP – Craftsman
- ISFP – Artist
- ENTJ – chief
- ENTP – Originator
- INTJ – Strategist
- INTP – Engineer
- ENFJ – Mentor
- ENFP – Advocate
- INFJ – Confidant
- INFP – Dreamer

Each type belongs to a family of arch-type and has some distinctive characteristics such as temperament, strategic role and quality (Table 1). Recent researches give us the percentage in the world population (Center for Application of Psychological Type, 2016) and (Myers-Briggs Foundation, 2017b).

Type	Family	Temperament (seeking)	Strategic role (works with)	Major Characteristic	Quality	% population
ESTJ	Guardians (SJ)	Security	Material	Regulate	Apply	8-12%
ESFJ	Guardians (SJ)	Security	Material	Support	provide	9-14%
ISTJ	Guardians (SJ)	Security	Material	Regulate	Certify	11-14%
ISFJ	Guardians (SJ)	Security	Material	Support	Protect	9-13%
ESTP	Artisans (SP)	Sensations	Tools	Facilitate	Persuade	4-5%
ESFP	Artisans (SP)	Sensations	Tools	Improvise	demonstrate	4-9%
ISTP	Artisans (SP)	Sensations	Tools	Facilitate	Instrument	4-6%
ISFP	Artisans (SP)	Sensations	Tools	Improvise	Synthesize	5-9%
ENTJ	Rational (NT)	knowledge	Systems	Organize	Mobilize	2-5%
ENTP	Rational (NT)	knowledge	Systems	Construct	Invent	2-5%
INTJ	Rational (NT)	knowledge	Systems	Organize	Implicate	2-4%
INTP	Rational (NT)	knowledge	Systems	Construct	Conceive	3-5%
ENFJ	Idealists (NF)	Identity	Persons	Develop	Educate	2-5%
ENFP	Idealists (NF)	Identity	Persons	Arbitrate	Motivate	6-8%
INFJ	Idealists (NF)	Identity	Persons	Develop	Guide	1-3%
INFP	Idealists (NF)	Identity	Persons	Arbitrate	Consul	4-5%

Table 1. Personality types characteristics

3. Virtual Students' Profiles

3.1. Virtual Student' personality type

Virtual student is BDI agent who has a Belief – Desire – Intention mechanism in place and an open commitment strategy (Wooldrige, 2000) that rules his actions. Open commitment means that an agent maintains its intentions as long as they are also his desires, and once an agent has concluded that his intentions are no longer feasible, he no longer considers them as part of his desires. The other types of commitment are Blind and Limited commitment: an agent will keep his intentions until he believes they are made. This strategy is not the best if the environment changes between when he selected (filtered) his intentions, and the time these intentions must be completed (Rhaimi and Messoussi, 2014). We have chosen open commitment strategy, as it is by definition the most representative of human behaviour.

Goal in life is the object of a person's ambition or effort, an aim or desired result. The BDI model has been originally proposed by Bratman (1987) as a philosophical theory of the practical reasoning, explaining human reasoning with the following attitudes: beliefs, desires and intentions. This theory relies on goals as Desires, and stores the information of the goals to be achieved, as well as properties and costs associated with each goal. They represent the motivational state of the system.

We have chosen BDI architecture because it relates more to human behaviour. Its important aspect is the option of commitment to previous decisions. A commitment embodies the balance between the activity and goal-directedness of an agent-oriented system. In a continuously changing environment, commitment lends a certain sense of stability to an agent's reasoning process. This results in savings in computational effort and hence better overall performance (Rao, 1995).

Here, we sum-up Virtual Student's main preferences as follows :

1. Number of goals,
2. Commitment to his goals,
3. Number of communication connections with other virtual students,
4. Number of requests,
5. Number of responses.
6. Compliance with virtual student community standards (can be assessed as a percentage by virtual students' type).

Number of goals in a period of time varies from a person to another; we consider a minimum of initial goals per virtual student (equal to 3).

In order to link this profile to a personality type, we conducted an online survey among students (Rhaimi and Messoussi, 2015), and we were able to obtain the data for each type of personality. In result, we have managed to add more preferences (connections per day, requests, responses, retry attempts, percentage of community norms' respect) for each personality type.

Survey description

The participant takes a test which consists of several multi choices questions to determine his personality type (optional if he knows it already). Then, he responds to a 6 questions quiz related to previous virtual students' new preferences. We made the quiz as easy and short as possible to get more participants and feedbacks. After submitting a response, we link participant's preferences to his personality type. We managed to get over 400 participants results. The table 2 shows average values for each preference according to a personality type.

Type	Age	Connections per day	Requests	Responses	% norms' respect	Retry attempts	Description
ENFP	20	9	3	1	67	5	Advocate
ESFJ	22	7	2	1.5	65	3.5	Supporter
ESFP	26	6.5	1.5	1	53	2.5	Entertainer
ESTJ	25	8.33	3	2	69	4	Overseer
...							

Table2. Extracted from personality type survey results

These results are processed and inserted into the database of virtual students' creation module to be ready for use. When creating a virtual student, user is prompted with a list of personality types: for example, code ESTJ, description Overseer, preferences, recommended percentage of population and actual percentage in virtual system community. User may respect the real percentages of a type in world population to better simulate real interactions with E-learning platform, or choose to change rates to target a specific behaviour.

This process gives us a virtual student based on a true human profile, which makes the VSC more representative of a real group of students.

We want to go even further and create categories or profiles for previous personality types in order to use them directly in distant learning context, thus behavioural profile comes in play.

3.2. Virtual Student Behavioral profile

Based on three fundamental metrics in intra-community interaction (Volume of interventions, Types of interventions and Reactions of others to interventions), Robert Pléty (1998) was able to identify four major profiles that speakers can play.

Younes Chaabi (Chaabi, 2016) later re-adapted these profile to distant learning context as :

- **Moderator**, that makes a proposal, posts a message of organization and/or encouragement and intervenes to calm a conflict.
- **Inspector**, that reacts to or evaluates a proposal. He can also propose.
- **Seeker**, that do not make a proposal. He asks questions or expresses doubts on an approach or proposition (rather negative spirit).

• **Independent.** His intervention seems out of step with current discussion and often not followed by reactions from other members of the group. We added Solver profile (proposes solutions, asks few questions and is very reactive to others) to be able later to encompass all types of personality in these profiles. In the table 3, the four profiles are presented using a simple scale (1 to 5) as metrics.

Profile	Interventions Volume	Interventions type				Reactions to others actions
		Question	Response	Organization/ Intervention	Evaluation	
Moderator	5/5	40 %	20 %	40 %	0 %	5/5
Inspector	4/5	20 %	40 %	0 %	40 %	2/5
Seeker	2/5	0 %	100 % (as questions)	0 %	0 %	5/5
Independent	1/5	50 %	50 %	0 %	0 %	1/5
Solver	3/5	20 %	80 %	0 %	0 %	5/5

Table 3. Students profiles adapted from (Chaabi, 2016)

To establish a correlation between the personality types of Jung & Myers and Pléty's profiles from previous results, we simply matched both characteristics (tables 1, 2, 3, and detailed descriptions of personality types from Myers-Briggs work (Myers-Briggs Foundation, 2017b) and (NERIS, 2017).

Type	Characteristics							Associated Profiles
	Propose submit	Question ask	Respond share consul	Organize control	Evaluate approve reject	React confirm supporter	Resolve give solution	
ESTJ			X	X		X	X	Moderator/Solver
ESFJ			X			X		Independent
ISTJ	X				X			inspector
ISFJ						X		Independent
ESTP	X	X						Seeker
ESFP	X					X		Independent
ISTP			X				X	Solver
ISFP	X					X		Independent
ENTJ	X			X	X			moderator
ENTP		X						Seeker
INTJ		X	X			X		Independent
INTP	X		X		X			inspector
ENFJ	X		X	X	X		X	Moderator/Inspector
ENFP			X			X	X	Solver
INFJ			X			X	X	Solver
INFP						X	X	Independent/Solver

Table 4. Categories, personality types and key actions

3.3. Implementation

The overall architecture of the virtual students community is presented below, implemented (ongoing, beta phase) in a multi agent system environment JADE, using:

- Lucene as an index search engine,

- a custom web-crawler designed for our VS to search and catalogue unstructured data,
- a Postgresql DBMS to back up and maintain structured data, including profiles and personality types.

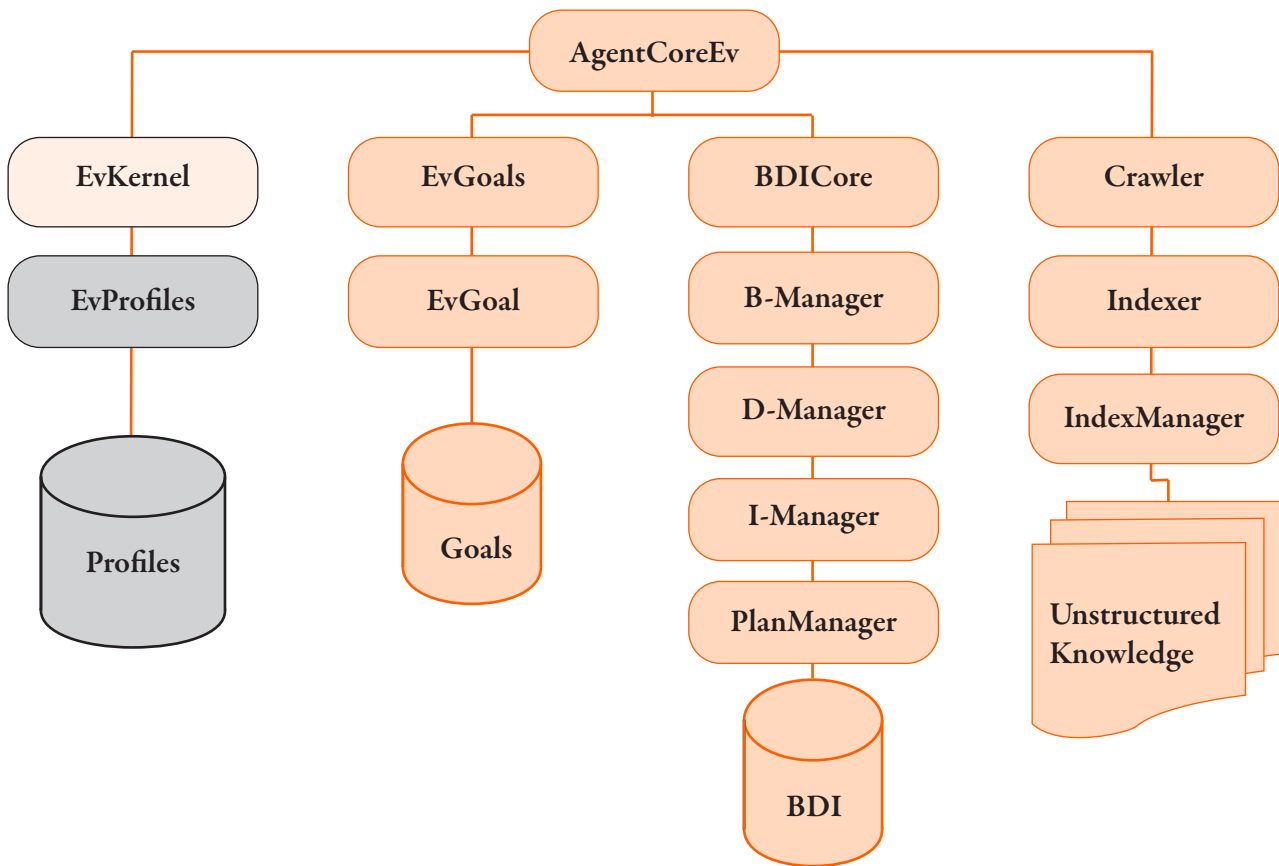


Figure 1. Virtual Student implementation structure

We are interested here in the Profiles module. The profiles module is directly linked to the virtual student core via EvKernel module, which role is to read configuration files and initialization data from Database, before sending it to interface module for display. The profiles and types of personalities are integrated first into the database (fig. 2). Users are then provided with lists of choices when creating a virtual students' agent via dedicated interface (fig. 3). The platform also allows the addition of custom profiles and customized types to perform specific simulations.

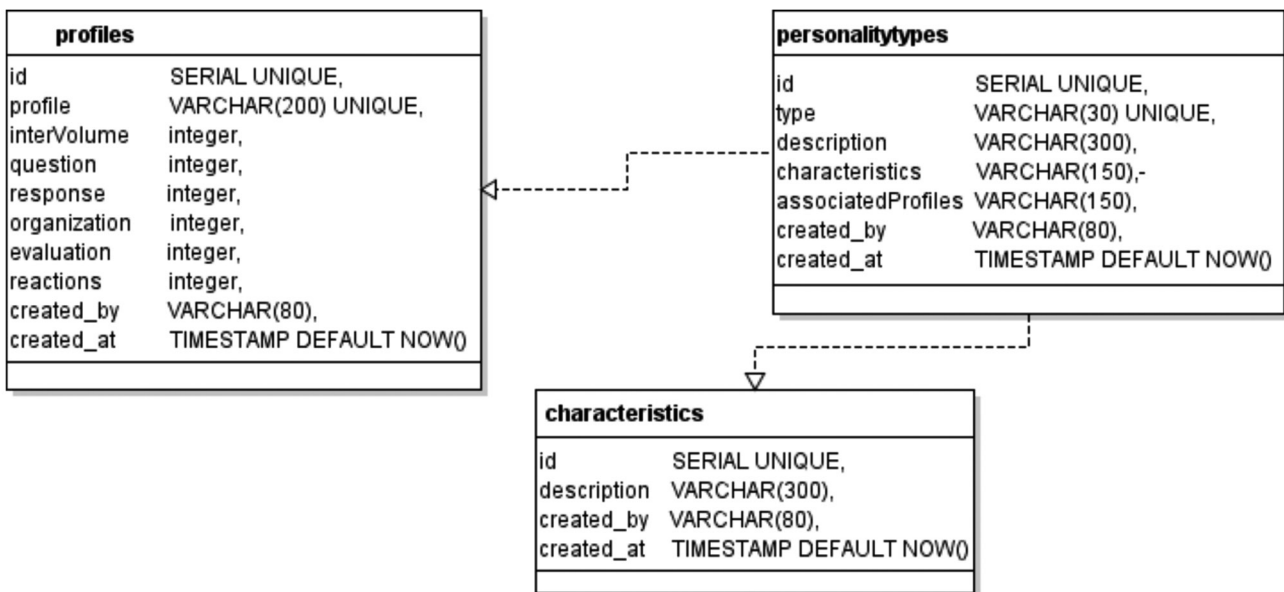


Figure 2. Profiles and types database tables (version beta 0.6)

Personality type characteristics and agent's goals (from EvGoals modules) will be transmitted to DBI core module to use, thus influencing virtual student's behaviour when making plans. The CoreEv agent will execute these plans using Crawler module to search and index target platform pages and data, and Action module (work in progress) to act/react to others via the platform provided tools.

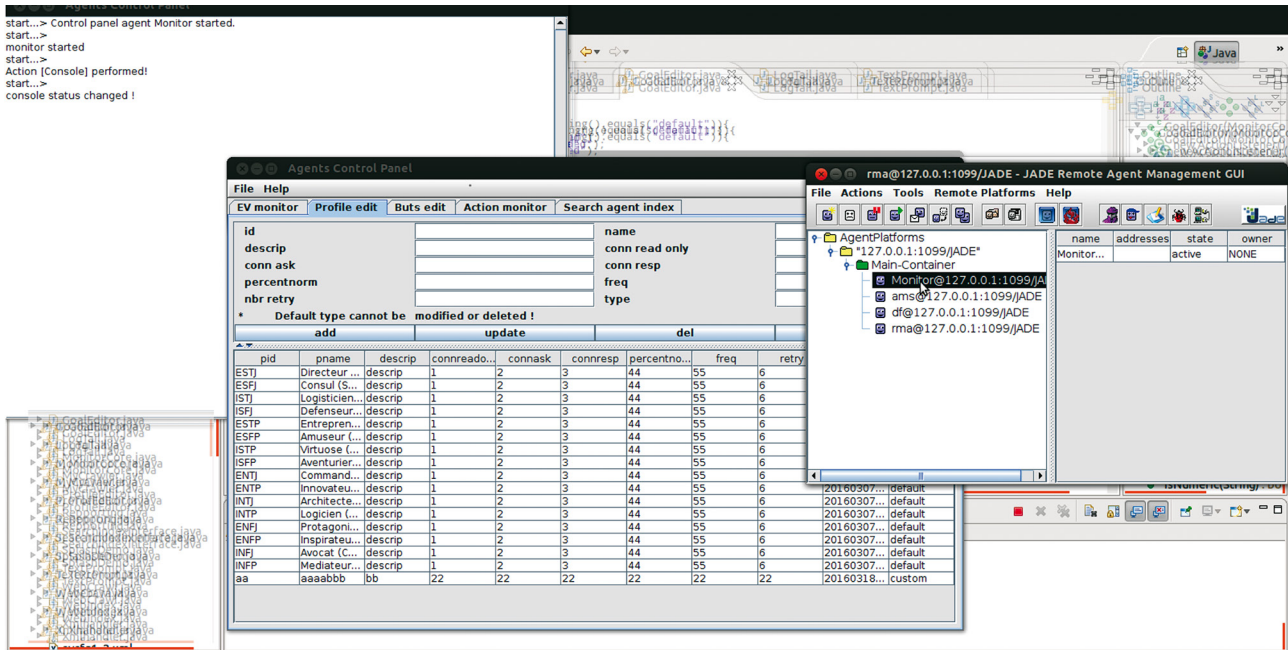


Figure 3. Profile interface (version beta 0.6)

4. Conclusion

The integration of personality types to forge profiles of virtual students is a forward step in representing as best as possible a human students' community. It adds a layer to human personality on-top of the BDI model, the decision making strategy, and the artificial intelligence core of our artificial agents.

Moreover, a sample that respects the real percentages of a type in world's population simulates better interactions between students via E-learning platforms. We are currently implementing the profiles module and testing exchanges between autonomous agents, each one with a different personality type.

Furthermore, we plan to improve the virtual students community, by implementing a conscious model for its intelligent agents, in addition to a learning module making it more versatile and robust. This module could be used to simulate interactions with far more complex platforms in the future.

5. References

- Bratman, M. E. (1987). *Intention, Plans, and Practical Reason*, Cambridge, MA.
- Chaabi, Y. (2016). *Apport des systèmes multi-agents et de la logique floue pour l'assistance au tuteur dans une communauté d'apprentissage en ligne*. Mémoire de thèse, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, pp: 96-97.
- Center for Application of Psychological Type (2016), Estimated Frequencies of the Types in the United States Population. Retrieved 17 June 2016. Available at: <https://www.capt.org/mbti-assessment/estimated-frequencies.htm?bhcp=1>
- Center for Distributed Learning (2016). *LMS Evaluation Checklist*. Retrieved April 9, 2016. Available at: <https://cdl.ucf.edu/about/lms-migration/lms-evaluation-checklist/>
- Jung, C.G., (1971), *Psychological Types*. In Jung C.G. The Collected Works of C.G. Jung, Vol.6, Princeton, Princeton University Press. ISBN 0-691-01813-8.
- Myers-Briggs Foundation (2017a). *MBTI basics*. Retrieved March 10, 2017. Available at: <http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics>
- Myers-Briggs Foundation (2017b). *MBTI types*. Retrieved March 10, 2017. Available at: <http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics/the-16-mbti-types.htm>

- NERIS Analytics Limited, (2017). *16 personalities*. Retrieved March 11, 2017. Available at: <https://www.16personalities.com/fr/types-de-personnalite>
- Oumaira, I., Messoussi, R., Touahni, R. (2011). *Instrumentation des activités des tuteurs à l'aide d'un système multi-agents d'analyse automatique des interactions*. in *Revue Africaine de la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées*, INRIA, 14, pp.125-147
- Pléty, R. (1998). *Comment apprendre et se former en groupe*. Retz pédagogie.
- Rao, A. S., Georgeff, M. P. (1995). *BDI-agents: from theory to practice*. in *Proceedings of the First Intl. Conference on Multiagent Systems*. San Francisco
- Rhaimi, M., Messoussi, R. (2014). *Development of a Virtual Student Community to communicate via an E-learning platform*. in *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Volume 4, Issue 9, pages 64-73.
- Rhaimi, M., Messoussi, R. (2015). *Questionnaire personnalité*. Available at: <http://cevquestionnaire.site88.net/>
- SagitecSolutions (2016). *Free Excel-based tool*. Retrieved April 9, 2016. Available at: <http://www.sagitec.com/lms-eval-tool>
- WBT Systems (2016). *The flexible learning platform*. Retrieved April 10, 2016. Available at: <https://www.wbtssystem.com/summer-school-time-to-evaluate-lms-performance/>
- Wooldrige, M. (2000). *Reasoning about rational agent*. Massachusetts Institute of Technology. ISBN 0-262- 23213-8

Usages et formation

Efficiencia de costo de utilización de tecnologías de información y de comunicación en la agricultura en Benin

Efficiency cost of Information and Communication Technologies utilization in agriculture in Benin

Bienvenu Akowedaho Dagoudo

Département d'économie et sociologie rurales, Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Parakou, Bénin

akowedahobienven@gmail.com

Guy Sourou Nouatin

Département d'économie et sociologie rurales, Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Parakou, Bénin

gnouatin@gmail.com

Résumé

L'objectif de l'article est de mesurer le niveau d'efficacité d'utilisation des TIC dans l'acquisition des informations agricoles. Cette mesure est effectuée à partir d'une fonction de production de type Cobb-douglas. L'efficacité coût d'utilisation est déduite de cette même fonction. L'étude a été réalisée auprès de cent quatre (104) producteurs agricoles choisis aléatoirement dans la commune de Tchaourou, au Nord Est du Bénin. Les principaux résultats de l'analyse de l'efficacité montrent que l'efficacité moyenne est d'environ 53,3%, c'est-à-dire qu'il y a un gaspillage du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition des informations agricoles de l'ordre de 46,7%. En ce qui concerne les résultats empiriques de l'estimation du modèle économétrique "Tobit", les variables explicatives statistiquement significatives affectant l'efficacité du coût d'utilisation des TIC sont: l'âge négativement au seuil de 1%; le niveau primaire de scolarisation et l'utilisation de téléphone portable positivement au seuil de 1% et l'appartenance à un groupement positivement au seuil de 5%.

Abstract

Objective of article is to measure ICTs utilization efficiency level for agricultural information acquisition. The production function of type Cobb-Douglas is served to calculate this measure. The study was carried out in Tchaourou's commune, North East of Benin. 104 producers were randomly sampled to respond to questionnaire. The results show that the efficiency cost ICTs utilization average is around 53, 3% namely there is a wasting of the cost of ICTs utilizing approximately 46, 7%. The empiric results of estimation of the econometric model "Tobit" reveals that explicative variables affect significant the efficiency cost of ICTs utilization: age affects negatively at the threshold of 1 %, primary level of schooling and telephone portable utilization affect positively at the threshold of 1 % and group membership affects positively at the threshold of 5 %..

Mots-clés

Efficiencia de costo, modelo de frontera estocástica, Tecnologías de la información y de comunicación, informaciónes agrícolas, Benin.

Keywords

Efficiency cost, frontier stochastic models, information and communication technologies, agricultural information, Benin.

1. Introduction

L'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans les pays en développement constitue aujourd'hui un levier efficace de développement économique, social, politique et environnemental. Les TIC sont à la fois des biens et des services à l'origine d'une large diffusion des connaissances et des savoirs, mais aussi des biens d'investissement permettant d'accroître les performances microéconomiques des firmes par l'augmentation de la productivité (PNUD, 2004) et (Matthew, 2003). Selon Hilda *et al.*, (2008) «*Modern information and communication technologies have the potential to increase agricultural productivity through communicating knowledge and information to rural agricultural communities, providing capacity building, accessing markets and credit, restructuring of extension and scaling up inter-linkages of development interventions*».

L'agriculture est la base de l'économie béninoise en contribuant à près de 45% au PIB. Elle emploie 48% de la population et fournit 88% des recettes d'exportation du pays (Yabi et Afouda, 2012) (Labintan et Ding, 2012). En cette ère de société de l'information, les agriculteurs utilisent des TIC pour l'acquisition d'informations ou de connaissances agricoles. Une revue empirique du travail scientifique accompli durant les quinze dernières années (Aker, 2011) (Chung, 2015) (Kameswari, Kishore *et al.*, 2011) (KTM, 2013) (Ouedrago, 2008) (Palmer, 2014) (Wulystan et Andrew, 2013) a fourni une idée générale de l'utilisation des TIC par les paysans, de l'accès à l'information sur les intrants agricoles et sur son utilisation. Ainsi, pour évaluer l'utilisation des TIC, est-il alors possible de considérer deux dimensions (Melville *et al.*, 2004) (Aral et Weill, 2007) :

- i) les "actifs TIC" qui correspondent aux différents équipements et investissements et
- ii) les "compétences en TIC" qui correspondent aux différentes compétences internes relatives à l'informatique.

En agriculture, les TIC sont considérées comme des équipements (première dimension) dont le coût d'utilisation (investissement) agit sur le résultat final de l'activité agricole en ce moment où l'agriculture est menacée par les phénomènes de la variabilité climatique.

L'adaptation ou la résilience à la variabilité climatique conduit les agriculteurs à la quête de nouvelles connaissances à travers les réseaux de communication. Les technologies d'information et de la communication sont ainsi devenues des outils incontournables en agriculture et il est donc important d'évaluer leur efficacité.

L'objectif de cette étude est de mesurer l'efficacité du coût d'utilisation des TIC dans l'acquisition des informations agricoles, à partir d'estimation des frontières d'efficacité. A cet effet, l'approche paramétrique a été utilisée pour estimer le niveau d'efficacité du coût d'utilisation des TIC à partir de la fonction de type Cobb-Douglas.

La suite de cet article est organisée en 4 sections. Après avoir introduit la méthodologie (section 2), la 3ème section présente les résultats et la 4ème section est consacrée à leur discussion. La conclusion clôt l'article.

2. Méthodologie

2.1 Mesure de l'efficacité du coût : modèle de frontière stochastique

La notion d'efficacité productive ou d'efficacité économique donne une indication sur la capacité des exploitations agricoles ou entreprises à utiliser une technologie existante de la manière la plus adéquate. Afin de mesurer l'efficacité du coût des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) des exploitants agricoles, le modèle de frontière stochastique de production a été utilisé tel qu'introduit par Aigner *et al.*, (1977) et de Meeusen *et al.*, (1977), Ce modèle admet la forme générale suivante :

$$Y_i = f(x_i, \beta) e^{v_i + u_i} \quad (1)$$

où :

- Y_i et x_i sont, respectivement, l'output et le vecteur des inputs de l'exploitant i ,
- β est un vecteur de paramètres inconnus à estimer,
- $f(\cdot)$ représente la forme fonctionnelle de la frontière,
- v_i est le vecteur des erreurs aléatoires qui sont supposées identiquement et indépendamment distribuées selon la loi normale $N(0, \sigma^2 v)$,
- u_i représente des valeurs aléatoires non négatives liées à l'inefficacité technique de production.

L'Efficacité du Coût (CE) d'une exploitation agricole est définie comme le rapport entre l'output observé Y_i et celui correspondant à la frontière Y_i^* , compte tenu des niveaux des inputs utilisés. Ainsi, l'efficacité du coût de l'exploitation i est donnée par :

$$CE = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{f(x_i, \beta) e^{v_i - u_i}}{f(x_i, \beta) e^{v_i}} = e^{-u_i} \quad (2)$$

Dans cette étude portant sur l'utilisation des TIC au niveau des exploitations agricoles, il a été retenu comme forme fonctionnelle de la frontière, la fonction de production de type Cobb-Dougllass. Par conséquent, notre modèle empirique admet la représentation logarithmique suivante:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1i} + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + \beta_4 \ln X_{4i} + v_i - u_i \quad (3)$$

avec:

- Y_i = Revenu agricole,
- X_1 = Coût d'utilisation de la radio,
- X_2 = Coût d'utilisation du téléphone portable,
- X_3 = Coût d'utilisation de la télévision,
- X_4 = Coût d'appel vers un agent vulgarisation,
- v_i = Terme d'erreur aléatoire,
- u_i = Terme aléatoire traduisant l'inefficience coût.

2.2. Déterminants de l'effizienz du coût

Les déterminants de l'effizienz du coût des TIC sur le revenu agricole font référence à l'ensemble de variables exogènes ayant un impact sur cette dernière. Les variables qui sont couramment évoquées dans la littérature concernent l'âge de l'exploitant, le sexe, le niveau d'instruction, l'appartenance au groupement, etc. Sur le plan empirique, la validation de l'impact d'un variable sur le niveau de l'effizienz est effectuée par la régression des scores d'effizienz obtenue par les exploitations constituant l'échantillon sur l'ensemble de ces variables explicatives, étant donné que les scores d'effizienz sont distribués sur l'intervalle [0; 1]. Cette régression est traduite par un modèle Tobit.

Le modèle Tobit que nous avons testé admet la représentation suivante:

$$CE_i = a_0 + a_1 Z_{1i} + a_2 Z_{2i} + a_3 Z_{3i} + a_4 Z_{4i} + a_5 Z_{5i} + a_6 Z_{6i} + a_7 Z_{7i} + a_8 Z_{8i} + a_9 Z_{9i} + a_{10} Z_{10i} + a_{11} Z_{11i} + a_{12} Z_{12i} + u_i \quad (4)$$

2.3. Calcul du revenu agricole (RA)

Le calcul du revenu agricole a consisté à évaluer les coûts variables (CV), les coûts fixes (CF) et les coûts totaux (CT) des exploitations agricoles. Les CV comprennent les coûts des intrants (engrais minéraux, pesticides chimiques, semences, fumure organique, etc.), de la main-d'œuvre salariale occasionnelle et autres (transport, nourriture donnée aux ouvriers agricoles lors de leur prestation). Les CF sont les coûts concernant l'amortissement des matériels utilisés dans la production ainsi que d'autres coûts ne dépendant pas du volume de la production.

$$CT = CV + CF \quad (5)$$

Le revenu agricole est obtenu en déduisant du produit brut en valeur (PBV) les coûts totaux (CT) ou en déduisant la marge brute (MB) et les coûts fixes (CF).

$$MB = PBV - CV \quad (b) \quad RA = PBV - CT = MB - CF \quad (6)$$

2.4. Evaluation des coûts d'utilisation des TIC

Dans cette étude, les TIC considérées pour les analyses sont la radio, le téléphone et la télévision car elles sont les plus connues et les plus utilisées par les producteurs dans le milieu d'étude. En milieu rural au Bénin, 69,3 % des ménages disposent d'au moins un téléphone portable actif, 59,2 % des ménages disposent d'une radio et 17,2 % des ménages possèdent un poste téléviseur (INSAE, 2013). Selon Arodokoun *et al.*, (2012), les producteurs de coton au Bénin ont connaissance de la radio, du téléphone cellulaire, de la télévision, de l'ordinateur, de l'internet et du GPS. Dans le suivi quotidien de la part des agents d'encadrement avec des technologies, les producteurs ont connaissance du GPS, de l'ordinateur et de l'internet mais ne les utilisent pas. Selon l'auteur, La radio, le téléphone portable et la télévision qui ont comme vecteur principal la voix, connaissent en milieu rural, un taux d'adoption moyen.

Malgré le fait que ces TIC (la radio, le téléphone portable et la télévision) soient connues de par leur utilisation pour le service de loisir et de divertissement reconnu par les média, elles interviennent dans l'agriculture comme des facteurs qui influencent le revenu à travers le transfert de connaissances et d'informations agricoles. Selon Richardson (2005), toute intervention des TIC qui améliore la subsistance des familles pauvres aurait probablement des impacts significatifs directs ou indirects en augmentant la production agricole, marketing, post activité agricole, lesquelles peuvent contribuer à la réduction de la pauvreté. Ainsi, le coût d'utilisation de ces TIC pour l'acquisition des informations agricoles est obtenu en prenant en compte seulement les utilisations liées aux activités agricoles.

Pour le téléphone portable, en plus du coût de chargement de la batterie (absence totale d'électricité conventionnelle dans le milieu d'étude), il a été pris en compte le coût d'achat du téléphone et le coût de crédit d'appel (coût des unités de communication) pour demander les informations agricoles (avènement de pluie, prix de produits et aux intrants agricoles au marché, accès à main-d'œuvre, etc.) sauf les appels à l'endroit de l'agent d'encadrement.

Pour la radio, en plus du coût d'achat, il a été considéré dans l'évaluation du coût d'utilisation le coût de chargement de la batterie (pour les radios qui utilisent la batterie rechargeable) ou le coût des piles (pour celle qui utilise les piles).

En ce qui concerne la télévision, son utilisation n'est pas fréquente chez les producteurs enquêtés en raison du coût élevé d'utilisation (absence totale d'électricité conventionnelle dans le milieu d'étude). Le coût d'utilisation prend en compte le coût d'achat et le coût lié à l'énergie qui sert à l'allumage de la télévision.

Les producteurs utilisent leur téléphone portable pour appeler des agents d'encadrement du Secteur Communal pour le Développement Agricole en cas de problèmes liés aux cultures cultivées et la disponibilité des intrants. Le coût du crédit d'appel est considéré comme le coût d'appel vers un agent de vulgarisation dans le modèle.

2.5 Zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la commune de Tchaourou au Nord-Est du Bénin. Le choix de cette zone reposait sur le fait que cette commune est la plus vaste du Bénin avec une densité de 30,47 habitants/km² (INSAE, 2013) et les TIC jouent un rôle très important pour la réduction du coût de déplacement.

2.6 Données

L'unité d'échantillonnage est constituée des chefs d'exploitation. L'échantillon enquêté est représenté par 104 producteurs agricoles qui ont été choisis de façon aléatoire. La collecte des données a été conduite sous forme d'entretien structuré avec de questionnaire. Les 104 producteurs agricoles sont répartis dans quatre arrondissements (Sanson, Bétérou, Kika, et Alafiaou) qui sont des zones de la commune de Tchaourou de forte production agricole.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques démographiques et socio-économiques

Les producteurs agricoles qui constituent notre échantillon sont en majorité des hommes (91,35 %). La moitié des personnes interrogées n'ont reçu aucune éducation formelle française, 38,46 % n'ont pas fini le primaire et 8,65% ont un niveau correspondant au secondaire. L'agriculture étant l'activité principale dans ces milieux ruraux, 25,96% des producteurs interrogés possèdent une activité secondaire (artisanat, commerce) et 45,19 % appartiennent à une organisation villageoise. Le revenu agricole moyen de la campagne agricole des producteurs agricoles enquêtés est de 586 874 FCFA (\pm 413 896).

3.2. Mesures de l'efficacité du coût d'utilisation des TIC

La frontière de production est obtenue par la méthode de maximum de vraisemblance en utilisant le programme Frontier 4.1. Les résultats de cette estimation sont résumés dans le tableau 1.

La valeur de lambda (λ) enseigne que l'écart par rapport à la frontière est expliqué par l'inefficacité du coût d'utilisation TIC qui est de 67,7 %. L'évaluation de lambda (λ), significativement différente de zéro, indique l'existence des inefficiences du coût d'utilisation des TIC en milieu rural pour l'acquisition des informations agricoles. Ce résultat signifie que l'écart entre le coût d'utilisation observé et le coût potentiel des TIC est en partie dû à leur inefficacité. En effet, dans cette étude, 32,3 % des écarts entre le coût d'utilisation observée et le coût d'utilisation potentielle des TIC sont liés à des effets aléatoires, y compris des erreurs de mesure, et qui peut provenir de la nature des données qui sont des moyennes à l'échelle du coût d'utilisation des TIC.

Les variables introduites dans le modèle (coût d'utilisation de la radio, coût d'utilisation de téléphone portable, coût d'utilisation de la télévision, le coût d'appel vers un agent vulgarisateur) sont respectivement toutes significatives au seuil de 5%. Le coefficient de l'élasticité d'utilisation de la radio est négatif; ce qui signifie que lorsque le coût d'utilisation de la radio varie de 1%, l'efficacité de coût pour l'obtention des informations agricoles diminue de 12E -07%. Les coefficients des élasticités des trois variables (coût d'utilisation de téléphone portable, coût d'utilisation de la télévision, le coût d'appel vers un agent vulgarisateur) sont positifs. Ce qui veut dire lorsque le coût d'utilisation de chaque variable varie de 1%, l'efficacité du coût pour l'obtention des informations agricoles augmente respectivement pour le téléphone portable de 1,14%, pour la télévision de 0,84E-9% et pour le coût d'appel vers un agent de vulgarisation de 9,85%.

Variables	Paramètres	Coefficient	Ecart-type	Valeur de la statistique t
Constante	β_0	-5,63**	1,87	-3,00
Coût d'utilisation de la radio (X_1)	β_1	-0,12E-07**	0,29E -08	-4,38
Coût d'utilisation du téléphone portable (X_2)	β_2	1,14**	0,212	5,53
Coût d'utilisation de la télévision (X_3)	β_3	0,84E -9**	0,31E -09	2,70
Coût d'appel vers un agent vulgarisation (X_4)	β_4	9,85**	0,207	4,74
Sigma-carré	σ^2	1,374**	0,42	3,20
Lambda	λ	0,677**	0,22	3,07
Ecart	σ_u	0,658		
	σ_v	0,970		

** = significatif à 5 %

Tableau 1. Estimation des paramètres de la frontière stochastique du coût

Le score moyen d'efficacité du coût est de l'ordre de 53,3% avec un minimum de 10,3% et un maximum de 83,1%. Cela implique que, en moyenne, les exploitants ne sont capables d'obtenir, à partir de l'ensemble des inputs utilisés, que 53,3% ($\pm 0,154$) du coût d'utilisation potentielle. De ce fait, l'utilisation des TIC dans le but d'amélioration de revenu agricole à travers l'acquisition d'information agricole n'est pas optimale car le niveau de gaspillage moyen estimé est de 46,7%.

Variables	Coef.	Std. Err.	t	P> t
Sexe (Z1)	-0,003	0,043	-0,07	0,945
Age (Z2)	-0,999***	0,001	-889,62	0,000
Sans instruction (Z3)	0,041	0,031	1,32	0,190
Niveau primaire (Z4)	0,083***	0,026	3,16	0,002
Niveau secondaire (Z5)	0,002	0,033	0,06	0,948
Niveau universitaire (Z6)	0,033	0,065	0,51	0,610
Utilisation de radio pour avoir info agricole (Z7)	0,050*	0,025	1,96	0,054
Utilisation de téléphone portable pour avoir info agricole (Z8)	0,119***	0,026	4,46	0,000
Utilisation de télévision pour avoir info agricole (Z9)	-0,004	0,029	-0,16	0,870
Activité principale (Z10)	0,041	0,028	1,48	0,142
Appartenance à un groupement (Z11)	0,056**	0,026	2,17	0,032
Appel d'agent de vulgarisation (Z12)	-0,000	0,026	-0,02	0,985
Constante	0,340***	0,072	4,69	0,000
LR chi2(17)			944,90	
Prob > chi2			0,0000	
Log likelihood			74,970425	
Pseudo R2			1,1886	

*** = significatif à 1 %; ** = significatif à 5 %; * = significatif à 10%.

Tableau 2. Résultats des déterminants de l'efficacité du coût d'utilisation des TIC

Les résultats des estimations montrent que les variables qui exercent un effet significatif sur le niveau de l'efficacité du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition de l'information agricole concernent l'âge de l'exploitant, le niveau primaire de scolarisation, l'utilisation de la radio, l'utilisation de téléphone portable et l'appartenance à un groupement.

- Le coefficient négatif de la variable âge indique que les exploitants les plus âgés sont moins efficaces dans l'utilisation des TIC pour l'acquisition de l'information agricole;
- Le niveau primaire de scolarisation des exploitants contribue positivement à l'amélioration du niveau d'efficacité de l'utilisation des TIC en agriculture;

- Les variables d'utilisation du téléphone portable et l'utilisation de la radio pour l'obtention des informations agricoles exercent un effet positif sur l'acquisition de l'information agricole par les TIC;
- L'appartenance à un groupement a un effet positif sur l'efficacit e du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition de l'information agricole.

4. Discussion

L'analyse des résultats empiriques obtenus permet de constater que l'efficacit e de coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition des informations agricoles reste faible (53,3%). Ce qui stipule que l'utilisation des TIC pour l'acquisition d'informations agricoles n'est pas encore optimale à l'instant où la majorité des recherches empiriques disponibles indique que l'effet des TIC sur la productivité est positif et significatif (Cardona *et al.*, 2013). Sylla (2008) fait remarquer que beaucoup d'espoirs sont forgés sur le rôle que pourraient jouer les TIC dans la recherche des solutions aux problèmes de la pauvreté dans les pays en développement. Cette étude sur l'efficacit e du coût d'utilisation des TIC vient confirmer cette hypothèse avec effet positif du coût d'utilisation de téléphone portable, du coût d'utilisation de la télévision et du coût d'appel vers un agent vulgarisateur sur l'efficacit e du coût d'acquisition d'information agricole.

Les facteurs qui déterminent cette efficacit e sont entre autres: l'âge de l'exploitant, le niveau primaire de scolarisation, l'utilisation de la radio, l'utilisation de téléphone portable et l'appartenance à un groupement. Le coefficient négatif de la variable âge indique que les exploitants les plus âgés sont moins efficaces. Greenan *et al.*, (2012) ont montré que les changements technologiques tendent à altérer les bénéfices de l'expérience; les TIC constituant des menaces plus importantes pour les travailleurs les plus âgés (Molinié *et al.*, 2012). L'effet positif de niveau primaire sur l'efficacit e du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition d'informations agricoles relève la facilité qu'approuvent les exploitants instruits pour l'utilisation des TIC pour l'amélioration de leurs activités. Ceci a été démontré par plusieurs études (Al-Ghaith *et al.*, 2010) (Simin & Janković, 2014) dont les résultats ont révélé que l'alphabétisation est un des facteurs affectant positivement l'utilisation des TIC. L'utilisation des TIC en milieu rural s'inscrit dans la sociabilité même si les TIC sont des outils individuels. Selon Do Nascimento (2005) «*l'individu en Afrique [...] est enserré dans un tissu relationnel extrêmement dense*». Ceci confirme l'effet positif de l'appartenance à une organisation sur l'efficacit e du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition de l'information agricole. A cet effet, les paysans ont une influence positive les uns sur les autres dans l'utilisation des TIC. Ceci a été noté au Mali par T. Palmer (2015), en Zambie par Bwalya (2009), au Pakistan par Siraj (2010), en Inde par Kameswari *et al.* (2011) et en Ouganda (Kaddu, 2011).

5. Conclusion

L'application des modèles économétriques pour analyser l'efficacit e des TIC fait partie des défis pour la science. Les TIC font partie des matériels dont l'utilisation est indirecte dans la production agricole. Elles sont des outils de transmission de l'information et interviennent sur toute la chaîne de production (de l'acquisition des intrants jusqu'à la commercialisation). L'étude d'efficacit e du coût d'utilisation des TIC pour l'acquisition des informations agricoles a relevé l'efficacit e moyenne et les déterminants de cette efficacit e. A cet effet, l'utilisation des TIC pour l'acquisition d'informations agricoles représente un pilier important pour la croissance agricole dans les pays en développement et un vecteur pour l'amélioration des conditions de vie des agriculteurs.

6. Références bibliographiques

- Aigner, D. J., Lovell, A. K., Schmidt, P. (1977). *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*. Journal of Econometrics, 6, 21-37.
- Aker, J. C. (2011). *Dial "A." for Agriculture: Using Information and Communication Technologies for Agricultural Extension in Developing Countries*. Agricultural Economics, 42(6), 631-647. Available at: http://login.research4life.org/tacsgr0doi_org/10.1111/j.1574-0862.2011.00545.x
- Al-Ghaith, W., Sanzogni, L., & Sandhu, K. (2010). *Factors Influencing the Adoption and Usage of Online Services in Saudi Arabia*. Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 40(1), 1-32.
- Aral, S. & Weill, P. (2007). *IT Assets, Organizational Capabilities, and Firm Performance: How Resource Allocations and Organizational Differences Explain Performance Variation*. Organization Science, Vol. 18, n°5, p. 763-790.
- Arodokoun, U., Dedehouanou, H., Adeoti, R., Adegbola, P., Adekambi, S., et Katary, A. (2012). *Rôle des NTIC dans l'adaptation aux changements climatiques par les producteurs de coton du centre Bénin*. African Crop Science Journal, Vol. 20, Issue Supplement s2, pp. 409 – 423

- Bwalya, K. J. (2009). *Factors affecting adoption of e-government in Zambia*. Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 38(4), 1-13
- Cardona, M., Kretschmer, T. & Strobel, T. (2013). "ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature". Information Economics and Policy, Vol.25, n°3, p. 109-125.
- Chung, Y. S. (2015). *Case study: Tigo Kilimo, Tanzania*. (PUBmed, Ed.), 24GSMA 48-51. London. Available at: [http://login.research4life.org/tacsgr0doi_org/10.1016/S1360-8592\(98\)80013-2](http://login.research4life.org/tacsgr0doi_org/10.1016/S1360-8592(98)80013-2)
- Do Nascimento, J. (2005). *Le développement du téléphone portable en Afrique. Les télécommunications, entre bien public et marchandise*. Charles Léopold Mayer, p. 173-190.
- Greenan, N., Narcy, M., & Volkoff, S. (2012). *Ageing, changes, and quality of working life*. Working paper, 18.
- Hilda, M., Edith, A. and Mike, J. (2008). *Emerging ICTs and their potential in revitalizing small scale agriculture in Africa*. IAALD AFITA WCCA world conference on agricultural information and IT, pp 707-717
- INSAE (2013). *Le Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4)*. Cotonou, Bénin, Available at: www.insae-bj.org
- Kaddu, S. B. (2011). *Information and Communication Technologies' (ICTs) contribution to the access and utilisation of agricultural information by the rural women in Uganda*. Makerere University.
- Kameswari, V. L. V., Kishore, D., & Gupta, V. (2011). *ICTs for agricultural extension: a study in the Indian Himalayan region*. Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 48(3), 1-12.
- KTM (2013). *Kenya Markets Trust - Agricultural Inputs*. Retrieved January 18, 2016, Available at: <http://www.kenyamarkets.org/what-we-do/the-market-assistance-programme/agricultural-inputs>
- Labintan, A. C., Ding, S. (2012). *An assessment of agricultural productivity and major driving factors in the republic of Benin*. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management, 5(4): 470-476.
- Matthew, C. (2003). *E-development ? Development and the new economy*, policy brief n°7. Helsinki, Finlande, United Nations University.
- Melville, N., Kraemer, K. & Gurbaxani, V. (2004). "Review – Information Technology and Organizational Performance: an Integrative Model of IT Business Value". MIS Quarterly, Vol. 28, n°2, p. 283-322.
- Meusen, W. et Broeck, J. (1977). *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error*. International Economic Review 18: 435-44.
- Molinié, A-F, Gaudart, C., & Pueyo, V. (2012). *La vie professionnelle. Âge, Expérience et Santé à l'épreuve des conditions de travail*. Octarès, Toulouse, 395p
- Ouedrago, J. E. (2008). *Évaluation des besoins en informations agricoles dans les états du groupe Afrique-Caraïbes-Pacifique*. Centre Technique de coopération Agricole et rurale (CTA) 1-163. Available at: http://login.research4life.org/tacsgr0doi_org/10.1017/CBO9781107415324.004
- Palmer, T. (2014). *MAGri. Rapport initial sur Orange*. Available at: <http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/magri/early-results-from-orange-senekela-data-and-insights-from-the-baseline-version-francaise-disponible>
- Palmer, T. (2015). *Orange Sènèkèla Midline*. Available at: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wpcontent/uploads/2015/09/GSMA_Senekela_Midline.pdf
- PNUD (2004). *Programme des Nations unies pour le développement*. Diffusion des technologies de l'information et de la communication et fractures numériques en Tunisie: constats préliminaires. New York
- Simin, M., & Janković, D. (2014). *Applicability of Diffusion of Innovation Theory*. In Organic Agriculture. Economics of Agriculture, (61), 517-531. Available at: http://login.research4life.org/tacsgr0doi_org/10.5937/ekoPolj1402517T
- Siraj, M. (2010). *A model for ICT based services for agriculture extension in Pakistan*. Available at: http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/Misc_Infocomm/60818-extensionmodel-Pakistan.pdf
- Sylla, I. (2008). *TIC et accès des ruraux à l'information: l'exemple du XAM MARSE de Manobi au Sénégal*. In Networks and Communication Studies, NETCOM, vol. 22, n°1-2, pp. 87-108
- Wulystan, P. M., & Andrew, C. M. (2013). *Using Information and Communication Technologies for Enhancing the Accessibility of Agricultural Information for Improved Agricultural Production in Tanzania*. Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 56(1), 1-14.
- Yabi, I., Afouda, F. (2012). *Extreme rainfall years in Benin (West Africa)*. Quaternary International, 262(7): 39-43.

J'ai lu

"Cyber-Physical Security: Protecting Critical Infrastructure at the State and Local Level", par Robert M. Clark & Simon Hakim

"Cyber-Physical Security: Protecting Critical Infrastructure at the State and Local Level",
par Robert M. Clark & Simon Hakim

Anass Rabii

Siweb Research team, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Univ. Mohammed V-Rabat – Maroc
anassrabiianass@gmail.com

Résumé

Le troisième volume de la série "Cyber-Physical Security" décrit les risques et vulnérabilités que courent les infrastructures gouvernementales critiques au niveau local en plus des mesures préventives. Ce livre s'adresse aussi bien aux responsables locaux qu'aux personnes intéressées par les politiques locales. Il synthétise les contributions de plusieurs experts du domaine.

Abstract

The third volume of the series "Cyber-Physical Security" describes cyber-security risks and vulnerabilities in the context of critical government infrastructure as well as preventive measures. This book is for both government officials and third parties interested in local policies. This books contains the culmination of contributions from many experts in the field.

Mots-clés

Cyber-Sécurité, Infrastructure critique, Gouvernement.

Keywords

Cyber-Security, Critical Infrastructure, Gouvernement.

"Cyber-Physical Security" est un ouvrage publié en 2017 qui s'ajoute à la série de publications des chercheurs Robert M. Clark et Simon Hakim, pour fournir un guide complet des risques que courent les Infrastructures à Importance Vitale (IIV) ainsi que des techniques et contrôles pour y faire face.

Bien que l'ouvrage prenne le cas des États-Unis comme cadre de référence pour les infrastructures et le cadre judiciaire, les auteurs proposent un cadre général destiné à tous les gouvernements. Des études de cas mettent en valeur des approches nationales (Australie, Singapour, USA). L'ouvrage semble être destiné en premier lieu aux responsables gouvernementaux.

Le livre s'ouvre par la terminologie de la cyber sécurité et de la gestion des risques. Ensuite, deux standards majeurs à savoir ISO/IEC 27001 et NIST Special publication 800-82 sont présentés et comparés. La suite est structurée sous forme de contributions de plusieurs experts du domaine.

J'ai apprécié la structure des chapitres similaire à une succession d'articles qui les rend indépendants, plus faciles à lire et à accéder. L'ouvrage manque cependant de graphiques et d'illustrations, notamment pour une suite de processus ou pour une vue synthétique. Grâce aux nombreuses définitions, exemples illustratifs et au langage compréhensible, je recommanderais cet ouvrage à toute personne intéressée par la cyber sécurité, quelque soit son niveau d'expertise.

Appel aux articles

Appel aux articles pour la 11^e édition

Call for articles for the 11th édition

en accès libre : www.revue-eti.net

La Revue électronique des Technologies de l'Information sollicite aussi bien les universitaires que les industriels pour présenter leurs résultats de recherche, leurs réflexions et les tendances dans les thématiques liées aux Technologies de l'Information (TI). Son but est de favoriser les échanges des connaissances en TI, entre pays du Nord et du Sud. La revue e-TI est en libre accès. Elle est référencée par plusieurs moteurs de recherches tels que DOAJ, EBSCO, IMIST, revue.org, ResearchGate, et Scholar Google.

Vos articles soumis seront évalués en continu pour la 11^{ème} édition, et selon le résultat, ils sont insérés dans le site web de la revue, au fur et à mesure de leur acceptation. L'évaluation est réalisée par les pairs par double évaluation anonyme (voir la déclaration éthique). Le délai d'évaluation est au plus de deux mois. A la clôture de la 11^{ème} édition, l'ensemble des articles parus sera rassemblé en un volume, en version papier ainsi qu'en version électronique, téléchargeable à partir du site de la revue. Vos soumissions peuvent s'inscrire dans les rubriques suivantes :

- **Etat de l'art** propose un état de l'art d'un thème dans le domaine des TI;
- **Recherche** rassemble des articles portant sur la théorie, la conception, la spécification ou l'implémentation d'outils liés aux TI. Les articles traitant d'axes émergents sont particulièrement les bienvenus;
- **R&D** met en évidence des expériences de recherches et de développement ainsi que leur validation;
- **Usage et formation** donne un aperçu des recherches concernant la perception des TI du point de vue de l'utilisateur et la formation au TI;
- **Fiche équipe** présente une équipe de recherche;
- **J'ai lu** introduit et critique un ouvrage récent.

Ce numéro couvre un large spectre des thèmes parmi lesquels on peut citer :

- Systèmes d'information
- Bases de données
- *Big Data*: stockage, intégration, traitement, analyse, etc.
- *Open Data, Linked Data*, qualité des données, etc.
- Internet des objets et Web des objets
- Approche à base de composants
- Composition de services
- Méthodologie de conception, Ingénierie dirigée par les modèles
- Sémantique, ontologie
- Intelligence artificielle, *data mining*, base de connaissances
- Technologies Internet et Web, *cloud computing, web mining*
- Systèmes répartis
- Interopérabilité et intégration, SOA
- Mobilité, pervasivité, MDM
- Sécurité et aspects non fonctionnels
- Utilisabilité, accessibilité, personnalisation, environnement collaboratif
- Applications Smart Cities, e-gov, e-business, etc.

Soumission

Les auteurs sont invités à soumettre des articles en **français** ou en **anglais** dans les rubriques citées: **Etat de l'art**: 22 pages maximum – **Recherche** et **Usage et formation**: 20 pages maximum – **R&D**: 10 pages maximum – **Fiche équipe** et **J'ai lu**: 2 pages maximum. Ces articles doivent respecter les instructions aux auteurs. Ces instructions ainsi que le template des articles sont téléchargeables sur le site de la revue. La soumission est à effectuer via le site EasyChair eTI 11 (<https://easychair.org/conferences/?conf=eti11>) ou par voie électronique à l'adresse eti@revue-eti.net.

Date limite de la soumission

30 septembre 2018.

