

Fédération et Intégration des applications du Système d'Information de Gestion

Marc BIDAN

Université de Nantes

RÉSUMÉ

Les entreprises moyennes, face d'une part à la complexité de la fabrication de l'information de gestion, et d'autre part à l'impératif de réponse rapide et pertinente au marché, procèdent depuis quelques années à la réorganisation de leur système d'information de gestion en général et de leurs applications en particulier. Elles arbitrent dès lors entre fédération et intégration des applications en fonction des modalités d'échange et/ou partage de l'information de gestion et des choix d'urbanisation. Cette contribution présente les travaux de Markus (2000, 2001) sur l'intégration et les technologies supports puis les confronte au champ des moyennes organisations.

Mots-clés : Intégration, Fédération, Urbanisation, ERP, Moyenne Entreprise.

ABSTRACT

This paper aims to describe IS urbanization practices in French SMEs. The communication is essentially based on Markus broad categories approach (2000, 2001). It presents and explains the case of both federated systems and integrated systems. Finally concerning urbanization choices this article insists on IT architecture especially Software bridge and Enterprise systems.

Key-words: Integration, Federation, Urbanization, ERP, SMEs.

INTRODUCTION : DE L'ORGANISATION DES APPLICATIONS DU SIG

L'intégration d'acteurs partageant de moins en moins de standards opérationnels (langue, devise, site, statut juridique, législation, fiscalité, réglementation, procédure, application, architecture, format, plate-forme, habilitation, etc.), évoluant au sein d'un Système d'Information de Gestion (SIG) qui échange des données de plus en plus complexes et volumineuses, de plus en plus rapidement, à destination d'utilisateurs aux profils de plus en plus variés, avec des exigences de confidentialité, de lisibilité, de traçabilité et de cohérence importantes est un défi majeur pour l'organisation.

Le système d'information de gestion – dans sa dimension ingénierique (à l'image du MIS anglo-saxon) de fabrication et mise à disposition d'une information utile – est-il devenu système d'intégration? Comment et à quel niveau d'analyse appréhender le concept d'intégration? Est-il le moteur sous jacent d'un mouvement d'urbanisation visant à réorganiser le système en vue de le faire évoluer plus aisément? Existe-t-il néanmoins des pratiques alternatives face à cette nouvelle « quête du Graal »?

Nous allons montrer que les pratiques d'organisation des applications du SIG s'articulent autour de deux démarches fondamentalement opposées par leur modalité d'accès et de partage de l'information (base de données). L'une repose sur une fédération des applications et l'autre consiste en une intégration des applications. Depuis

quelques années toutefois, un mouvement structurel *vers l'intégration* des applications est à l'origine de pratiques d'urbanisation « douces » basées sur des architectures modulaires ouvertes elles-mêmes supportées par un (ou plusieurs) outil intégré à base de données logique unique.

Après une courte introduction où nous mettrons en lumière ce mouvement et les trois concepts qui le sous-tendent, nous introduirons (1) les dimensions ingénieriques, et conceptuelles de l'intégration au travers d'un survol de la littérature, puis présenterons (2) notre question de recherche ainsi que la méthodologie et les résultats, pour conclure (3) sur les limites et approfondissements qu'induisent une telle recherche sur des concepts *en cours* de stabilisation.

Au sens strict intégrer signifie incorporer, c'est-à-dire faire entrer un élément A dans un élément B *implicitement plus vaste* avec pour objectif la cohérence de l'entité finale. Concernant explicitement les problématiques SI et l'organisation des applications, nous retrouvons les deux dimensions inhérentes à tout processus d'intégration (1) la mise en relation puis (2) la mise en cohérence. Il y a *intégration d'application* lorsqu'il y a « *partage illimité d'information entre deux ou plusieurs applications de l'entreprise* » (Linthicum, 1999). Les sous systèmes inter-opérants sont ainsi (ré)unifiés au travers d'une base de données logiquement unique et partagée. A contrario, si l'accès et/ou le partage de la ressource information est restreint ou limité, l'intégration fait alors place à une fédération (Meinadier, 2002) garantissant aux sous systèmes inter-opé-

rants à la fois l'intégrité de leur base de données et une relative autonomie d'évolution au sein du SIG.

Fondamentalement, l'intégration a pour objectif la *coopération* des applications au sein d'un système unique et pour caractéristique une base de donnée logique unique, la fédération a pour objectif *l'inter-opérabilité* des applications et pour caractéristiques une multiplicité de bases de données hétérogènes (tableau 1).

Nous notons que la fédération pose essentiellement des problèmes techniques et informatiques (interfaces, conformité) alors que l'intégration pose la double question de son ingénierie et de son ampleur (couverture fonctionnelle, base de données logique).

Ces deux approches restent fondamentalement liées par l'impératif de *maîtrise de l'hétérogénéité* dans la continuité au sein d'un système en évolution constante. « *Dans le monde des systèmes d'information, on cherche, par des techniques d'urbanisation, à fédérer de manière globalement harmonieuse des îlots déjà informatisés et les nouveaux « quartiers » en*

définissant les nouveaux standards d'architecture d'intégration tant applicative que technique que devront respecter les nouveaux systèmes et en créant les adaptateurs pour raccorder les anciens » (Meinadier, 2002, p. 35). De façon plus large, c'est bien la double question de la centralisation – des données, des accès, des pouvoirs – (Benghozi, 1999) et de la flexibilité – opérationnelle et stratégique – (Reix, 1999) que posent au travers des choix technologiques les pratiques d'urbanisation.

Cette gestion du SIG et des relations entre ses territoires constitue effectivement une approche de type urbanisation. Elle peut être présentée comme le processus visant à rendre l'évolution – intégration/désintégration d'applications – et l'articulation – architecture/stratégie – du système plus aisée. Il s'agit de concevoir les territoires fonctionnels, leurs frontières, spécificités, compétences, habilitations et leur modalités *ou non* de communication au travers d'éventuelles passerelles logicielles. La question de l'urbanisation des applications est paradoxalement abordée de façon plus récente *au sein* de l'organisation qu'entre organisation, où les problématiques réseaux et leur contribution à la performance sont abondamment évoquées (Rockart, Short, 1995).

Les décisions d'urbanisation dépassent dès lors le seul cadre des DSI et résultent d'arbitrages fonctionnels et stratégiques. Ainsi, une entreprise confrontée à un marché concurrentiel et instable aura tendance à intégrer ses applications au travers d'une architecture modulaire afin de réduire les délais de réponse et de faciliter les adaptations par « briques applicatives ». A

	Fédération	Intégration
Base(s) de Données	Multiples	Unique
Information	Echangée	Partagée
Inter-opérabilité	Ponctuelle (one to one)	Globale (many to many)
Flux	Temps différé	Temps réel
Architecture applicative	Arborescente	Modulaire

Tableau 1 : Fédération et Intégration des applications.

contrario une entreprise intervenant sur un marché peu agressif et prévisible, pourra se satisfaire de solutions fédérées au travers de silos applicatifs classiques aux interfaces peu nombreuses de façon à contrôler les échanges *transversaux* d'information (Bidan, Rowe, 2004).

Nous présentons l'urbanisation comme une réflexion sur l'organisation des applications du SIG à l'origine d'arbitrages fondamentaux entre architecture applicative et performance du SIG. L'opposition conceptuelle entre fédération et intégration *concernant en particulier l'accès à l'information* explique l'existence et la pérennisation de pratiques hybrides – d'un point de vue ingénierique – permettant la cohabitation de types architecturaux différents au sein d'un même système.

Nous mettons en perspective le processus d'intégration et celui d'urbanisation en notant toutefois que le premier reste un moteur essentiel du second et constitue le cœur de notre recherche. Le vocabulaire faisant référence aux pratiques d'organisation de la vie dans la cité nous semble tout à fait pertinent pour analyser les adaptations et évolutions du SIG. Il permet de plus de dépasser le cadre technologique de l'intégration/fédération des applications et d'aborder leurs dimensions organisationnelles en particulier l'impératif pour la survie même de la firme de continuité dans la *fabrication de la ressource* information quelque soit l'ampleur des projets concernant le SIG. « *La métaphore de la cité, et plus particulièrement le vocabulaire, les*

règles et les principes de l'urbanisme des villes ont été largement utilisé en SI en raison de la similitude des problématiques de départ : comment refaire, moderniser, comment profiter à bon escient des avancées technologiques sans faire table rase du passé (...) tout cela en maintenant la vie dans la cité pendant les travaux ? » (Longépé, 2001, p. 13).

Nous distinguerons les approches ingénieriques de l'intégration, qui se focalisent sur l'influence des technologies et architectures (Benjamin, Scott-Morton, 1988 ; Fallery, Neyret, 1994 ; Alsène, 1994 ; Bath, 1995 ; Alsène et Gamache, 1997 ; Linthicum, 1999 ; Meinadier, 2002 ; Ross, 2003), des approches organisationnelles (Dearden, 1972 ; Hammer, Champy, 1993 ; Markus, 2000 et 2001 ; Besson, Rowe, 2001 ; Singletary, 2002 et 2003 ; Themistocleous *et al.*, 2002) voire des approches spécifiques PME (Blili, Raymond, 1993 ; Fallery, 2001) ou cognitives (Beretta, 2002).

1. UNE APPROCHE INGÉNIERIQUE DE L'INTÉGRATION

Nous insistons dans ce paragraphe sur le concept d'intégration des applications et en particulier sur la double démarche de mise en relation puis de mise en cohérence.

Le traitement de l'information utile¹ (repérée, collectée, codée, stockée, sécurisée, diffusée) s'effectue au sein d'un système à la double dimension

1. Dans les années 1970, l'expérience de *progiciel intégré* COPICS (Communication Oriented Production Inventory Control System) nécessitait la saisie d'environ 300 informations « utiles ».

technologique et organisationnelle. Nous omettrons la dimension cognitive du traitement de l'information et n'aborderons donc pas dans cette étude la vaste problématique de l'intégration informationnelle (Rowe, 1999, Beretta, 2002).

L'intégration apparaît dans un premier temps comme la simple incorporation d'une information au sein d'un système qui a pour objet de la traiter. L'automatisation de cette incorporation est une étape fondamentale de l'intégration car elle pose tous les types de problèmes que nous rencontrerons ultérieurement (quel type d'information saisir, quel format, quel canal, puis comment, quand, qui, pour qui et où ?) et mobilise l'ensemble des problématiques propres aux bases de données.

L'automatisation des traitements – c'est-à-dire l'interconnexion des applications qui évite ou limite l'intervention d'un opérateur – constitue le second niveau d'analyse des pratiques d'intégration du SIG. Nous pouvons assimiler cette automatisation (mécanique, analogique ou numérique) à une étape de l'industrialisation de la chaîne décisionnelle devant stricto sensu « fabriquer » l'information pertinente et réellement utile.

L'automatisation de la diffusion et des procédures de contrôle et validation constitue le dernier niveau d'analyse des pratiques d'intégration et est directement liée à celle de la contribution de l'intégration du SIG à la performance de l'organisation.

L'intégration désigne finalement dans sa dimension ingénierique à la fois l'homogénéisation et la mise en cohérence du SIG (Rowe, 1999) avec

deux caractéristiques opérationnelles majeures : unicité du référentiel et homogénéité des processus. Le processus d'intégration (des applications) peut être présenté selon une approche ex nihilo / ex post. « *Il existe aujourd'hui, grosso modo, deux types de système intégrateur : les systèmes intégrés qui sont généralement des systèmes constitués de plusieurs modules qui ont été pensés pour former un tout cohérent ; et les méta-systèmes, qui sont composés de plusieurs systèmes qui ont été conçus de manière séparée et qui ont été inter reliés, souvent à divers moments dans le temps, lors d'une ou plusieurs intégration de système* » (Alsène, Gamache, 1997, p. 2).

Nous nous intéresserons, dans cette première partie, au processus d'intégration des applications et présentons successivement une approche EAI sans remise en cause fondamentale de l'existant, une approche ERP imposant une véritable remise à plat des processus, et une approche génie logiciel soulignant la dimension informatique essentielle de la démarche.

1.1. L'approche EAI (Entreprise Application Integration)

Nous définirons simplement l'architecture du SIG – même si la littérature reste avare de définitions partagées concernant l'architecture logicielle (Garlan, in Habrias, 1997, p. 22) – comme la *représentation des composants du système*. Il n'est que peu probable dès lors que la compilation de composants d'identité, de format, de fonctionnalité et d'âge différents fonctionnent correctement ensemble sans intervention, à la fois technique et or-

ganisationnelle pour rendre cohérent ce qui constitue *de facto* un système d'information.

Les dispositifs EAI propose depuis quelques années une mise en relation des applications. Les quatre fonctions caractéristiques des plates-formes EAI sont :

1. Le routage (collecter des données d'une application A puis les diffuser vers une application B).
2. La transformation (rendre compatibles les données de A au format de B).
3. La connexion (rendre possible les échanges de données de A vers B).
4. Le transport (véhiculer les données de A vers B).

Ces opérations sont dans la plupart des cas à renouveler $(n(n-1))$ fois pour assurer l'intégration technique de l'ensemble des n applications du SIG. Un travail conceptuel préalable de mise en conformité des processus demeure important.

Au travers de ces fonctions, le projet EAI doit pouvoir assurer un fonctionnement cohérent. De fait, les tests d'intégration doivent valider l'absence des dysfonctionnements types (référéntiel, synchronisme, volumétrie, rejets, concurrence) :

1. La multiplicité des codages dans les applications impose un traitement rigoureux du transcodage voire une vérification manuelle

des cas litigieux ou douteux (traitement du référéntiel unique).

2. La multiplicité des mises à jour (quotidienne, hebdomadaire ou transactionnelle) impose une harmonisation chronologique des mises à jour avant la synchronisation des applications (traitement du synchronisme).
3. Les différences de volumes de données à échanger impose également une harmonisation des canaux pour éviter l'encombrement des mémoires ou la perte des données en sous capacité de traitement (traitement de la volumétrie).
4. Les inéluctables rejets de l'interface entre deux applications doivent être préalablement traités (traitement des rejets).
5. L'accès simultané aux dossiers traités par le SIG doit être conçu de façon à éviter que les données d'un utilisateur n'écrasent ou ne modifient celles d'un second utilisateur (traitement de la concurrence).

La plate forme d'intégration EAI doit ainsi mettre en œuvre à la fois un serveur d'intégration, des connecteurs et un progiciel de type MOM (Middlewaire Orienté Message)². La diversité – et l'hétérogénéité – des outils explique le terme de « plate forme » qui s'oppose à celui – plus restrictif – d'application ou solution.

2. Le serveur d'intégration héberge un moteur de règles et un gestionnaire de message indispensables aux fonctions de routage et de transformation. Les connecteurs permettent de dialoguer avec les applications du SI. Le progiciel de type MOM – édités par les fournisseurs de plate forme EAI ou existant préalablement au sein de l'entreprise – assurent le transport des messages et des informations.

En termes conceptuels, les données échangées et la complexité des échanges au sein des plates formes d'intégration de type EAI nous permettent toutefois de différencier les pratiques d'intégration assimilables à l'EAI de celles de type exclusivement ETL (Extraction Transformation Loading) ou EDI (Echange de Données/Documents Informatique) de celles plus largement BPM (Business Process Management) qui encadrent et délimitent les pratiques relevant de l'EAI.

Finalement, même si la problématique de l'intégration est multidimensionnelle, le *processus* d'intégration de type *plate-forme EAI* visant à ménager l'existant demeure essentiellement informatique et technique car il s'agit bien de construire un méta-système intégré ex-post et se heurte ainsi aux difficultés soulignées par Alsène et Gamache dès 1997. Le problème informatique majeur étant bien celui de la validité de « l'assemblage » final. Comme le rappelle Meinadier, « *L'intégration consiste à assembler les éléments préalablement validés en interconnectant leurs interfaces, à vérifier la conformité des interactions sur les connexions et à valider l'assemblage* » (2002, p. 512).

1.2. L'approche Enterprise Resource Planning (ERP)

La seconde approche proposée est basée sur un progiciel intégré de type ERP³. Historiquement les ERP sont quasiment tous basés sur les concepts

informatiques des années 1970 (Forest, 1999) optimisant la modélisation par processus de type MRP (Material Requirement Planning). Ces programmes informatiques calculent et surtout planifient (d'où le « P » de ERP) les besoins en composants par période, et ce, à partir des nomenclatures⁴ et stocks intermédiaires de niveau en niveau.

Un ERP est principalement et *avant tout* un programme informatique qui propose d'impacter en temps réel à l'ensemble de ses modules fonctionnels, dès lors qu'ils sont correctement paramétrés, les saisies et traitements effectués via la base de données logique unique sur laquelle son architecture modulaire repose (Bidan, 2003 ; Elamrani *et al.*, 2002b).

La nouveauté et la complexité du concept ERP réside donc essentiellement dans la gestion de l'information en temps réel (en utilisant les base de données de type relationnelles) qui contribue à améliorer la maîtrise des cycles d'obtention et des délais de livraison des output. Trois caractéristiques apparaissent majeures *et ce, avec le recul de quelques années* nuanciant les problèmes fréquents d'appropriation : généralité, portabilité et modularité (Rowe, 1999) car elle permettent à l'ERP d'évoluer et de s'adapter aisément à l'organisation cible.

Nous insistons à présent sur une confusion fréquente, l'ERP *même en cas de large couverture fonctionnelle*

3. Nous n'utiliserons pas le sigle équivalent francophone (PGI) afin d'éviter tous malentendus – encore fréquents – sur l'objet même de l'intégration (qui reste le progiciel et non la gestion).

4. Ce qui explique également le travail important de (ré)écriture compatible-ERP des nomenclatures lors des implantations.

n'est que très rarement assimilable au SIG dans sa globalité. Cette confusion – notable dès la fin des années 1990 – semble à la fois due au discours enthousiaste de l'offre et à la perméabilité de la demande aux arguments encore illusoire en 2004, tout comme en 1972, d'unicité et homogénéité d'un SIG parfaitement intégré. « *L'idée qu'une entreprise puisse demander à un expert ou à un groupe d'expert de lui concevoir un super système unique et complètement intégré pour l'aider à piloter dans tous les domaines de son activité est absurde* » (John Dearden, 1972, p. 101 cité par Markus et Tannis, 2000, p. 173) (Dearden, 1972).

Pourquoi le SIG ne peut-il se réduire à l'ERP? Markus (2001, p. 171) souligne l'inévitabilité de cohabitations, au moins ponctuelles et localisées, des ERP avec diverses applications tierces. L'auteur pose le problème de l'urbanisation des composants qu'elle applique à celui de l'intégration de systèmes dans le cas de projets ERP. Nous ne présenterons que cinq de ses huit arguments. Les points abordant la coexistence ponctuelle de systèmes différents, l'historisation et la migration de données volumineuses ne concerne certes pas exclusivement les ERP.

1. Faire fonctionner (implanter) l'ERP impose tout d'abord de rendre compatible l'ERP avec la plate forme informatique (système d'exploitation, bases de données...) de l'organisation, c'est-à-dire d'utiliser des applications dont l'objet est de faciliter les échanges d'informations et de protocoles à l'intérieur du système.
2. Implanter un ERP n'implique pour l'organisation ni d'utiliser la totali-

té des modules de l'ERP ni d'abandonner les applications spécifiques antérieures.

3. Implanter un ERP ne garantit pas de façon automatique que toutes les fonctionnalités et en particulier les fonctionnalités de type métiers soient présentes et/ou satisfaisantes.
4. Lorsque l'organisation décide d'implanter les meilleurs modules – selon elle notons le – de chacun des progiciels édités et disponibles sur le marché, elle s'impose un travail d'intégration.
5. Les données de gestion indispensables à l'ERP et au SI sont stockées par l'organisation au sein de bases de données historiques qu'il faudra intégrer (migration ou reprise) à l'ERP.

Une couverture fonctionnelle suffisante permet de fait à l'ERP de s'imposer comme la pièce maîtresse du SIG.

L'intégration est alors, soit imposée, soit proposée, par l'ERP pour améliorer la cohérence et la performance du SIG. Dans tous les cas, l'intégration est bien une démarche technologique et organisationnelle qui apparaît, à un moment donné, comme imposée par la cohabitation d'un (ou plusieurs) ERP et d'applications historiques qu'une simple juxtaposition rend inefficace.

Cette analyse explicative est également et paradoxalement pertinente dans le cas où l'organisation ne dispose pas d'ERP. En effet, le SIG devient dans ce cas la compilation d'applications de tailles et caractéristiques fonctionnelles homogènes (applicatifs, système d'exploitation, etc.) c'est-à-dire

non dominantes à l'intérieur du SI, mais dont l'intégration n'est pas réellement observable (base de donnée unique par exemple).

Dans les deux cas, l'ERP impose une urbanisation ne pouvant ménager l'existant tant l'architecture (modulaire) et les processus (homogènes) induits sont structurants et imposent une véritable « refonte » du SI (Coat, Favier, 1999).

1.3. L'approche « Génie Logiciel »

Les interventions de type génie logiciel et génie informatique sur le SI visant à mettre en relation les applications fonctionnelles et les bases de données participent du processus d'intégration. Il s'agit là d'opérations dépassant la simple inter connexion des applications puisqu'elles induisent une mise en commun de ressources (Lévesque, 2002).

Restons un moment dans le domaine du génie logiciel et intéressons nous au document AFNOR Z 67-130 (1997) qui présente l'intégration comme l'une des 9 étapes du cycle de vie simplifié du logiciel.

En terme logiciel, l'intégration des modules⁵ consiste en la réunion des composants du système en un seul ensemble de code source.

L'intégration peut être incrémentale, c'est-à-dire travailler à l'intégration pendant que certains des modules ne sont pas finalisés en respectant la granularité n (nombre maximum de mo-

dules à manipuler) avant le test d'intégration (Fenton in Habrias, 1997, p. 215) qui validera ou non l'existence du système intégré. La vérification de l'intégrité⁶ de la base de donnée logique et partagée constitue l'une des phases délicate du test d'intégration car elle met en jeu la survie même du système.

Nous notons à nouveau une différence sensible entre l'intégration qui induit une mise en commun des ressources (bases de données par exemple) et l'interfaçage – à la base des pratiques de fédération – qui n'induit qu'un échange d'information(s) ponctuel et limité pour faciliter le fonctionnement simultané des systèmes. Nous pouvons donc noter – pour la comparer avec celle de l'intégration – la définition suivante de l'interface : *toute substitution généralisée qui ne contient aucune référence explicite aux variables d'état de chaque système mais seulement des appels à leurs opérations communes* (Abrial, 1996) et qui induit le principe du masquage propre aux fédérations d'application et ce, en totale opposition avec le partage des ressources imposé par les pratiques d'intégration.

L'intégration en imposant un partage des ressources pose la question de la cohérence de la base de donnée unique au moins logiquement si ce n'est physiquement. Ce qui signifie que les restrictions sur les données concernant la taille, le format, les habilitations, la complexité, etc. doivent pouvoir être effacées lors du processus d'intégration afin

5. - *Unité de programmation possédant un point d'entrée et un point de sortie* (Forse, in Habrias, 1997, p. 272).

6. - *L'intégrité est l'aptitude des logiciels à protéger leurs différentes composantes (programmes, données, documents) contre des accès ou des modifications non autorisée* (Meyer, 1990, in Habrias, 1997, p. 216).

de permettre un partage complet et sécurisé des informations de gestion.

1.4. Trois approches pour un concept majeur en SI

Ces approches de l'intégration nous permettent de présenter un système d'information de gestion intégré comme un système cohérent dont les composants inter-opèrent et sont organisés *autour* de diverses ressources partagées que l'on peut présenter comme la base de données logique *unique* du système.

L'intégration des applications apparaît de plus comme une démarche continue – tout comme l'urbanisation qu'elle sous tend – qui s'impose au système d'information tout au long de son cycle de vie. En effet sans interconnexion ni interfaçage actualisé et maîtrisé des applications à l'intérieur du système d'information de l'entreprise, la notion même de « système » d'information disparaît peu à peu au profit d'une simple juxtaposition d'applications vieillissantes constituant autant de sous systèmes inopérants parce que trop faiblement couplés.

Le cas particulier des ERP est toutefois intéressant en raison de l'absence *a priori* d'interfaces et d'interconnexion. Ils constituent en effet un objet d'analyse pertinent à la fois outil et acteur de l'intégration mobilisant techniciens, stratèges et politiques (Besson, 1999). Les références à l'intégration *implicite* qui a lieu lors de toute implantation d'ERP sont nombreuses. Au sein même de l'ERP l'intégration est effective pour cinq raisons majeures (Rowe, 1999, p. 5) :

1. L'absence d'interface.

2. Le référentiel unique (Base de Données et Format), l'uniformisation des interfaces hommes/machines et l'unicité d'administration du système applicatif.

3. La possibilité de paramétrer le progiciel.

4. Toutes les tailles, tous les secteurs et toutes les activités sont accessibles aux système ERP en raison de leur généricité.

5. L'évolutivité des ERP.

L'*utopie* du SIG réduit au seul ERP s'inscrit toutefois dans la continuité même de l'évolution des systèmes d'informations *depuis les années 1970* vers l'intégration des applications.

Finalement les approches de type ingénierique peuvent être appréhendées globalement par l'articulation des analyses de Markus (2000, 2001) sur les solutions technologiques et de Ross (2003) sur les solutions architecturales.

Confrontons à présent les travaux de Markus (2000 et 2001) au champ des moyennes entreprises. Les ME évoluent de fait au sein du midmarket ; marché caractérisé par une offre technologique spécifique mise au point, testée et distribuée par des éditeurs et intégrateurs solutions se présentant comme spécialistes (y compris certains des « big five » descendant sur le midmarket) des attentes et contraintes de cette clientèle (Bidan, 2001).

2. PROBLÉMATIQUE

Nous pouvons appréhender les problématiques d'urbanisation en posant la question suivante. Comment le sys-

tème d'information de gestion s'organise pour – d'après les travaux de Longépé (2001, p. 23) – (1) fédérer les briques existantes autour d'une architecture d'ensemble, (2) gérer la prise en compte rapide et efficiente des demandes d'évolution critiques et (3) faire porter les efforts de développements sur les nouvelles fonctionnalités à forte valeur ajoutée? En raison du caractère non encore parfaitement stabilisé du concept d'urbanisation du SIG, nous aborderons cette question au travers de l'intégration.

Quelles sont les pratiques usuelles d'intégration des applications du SIG? Comment font les entreprises pour maîtriser l'hétérogénéité de leurs applications? La typologie proposée par Markus en 2000 est-elle finalement pertinente dans le champ des moyennes entreprises?

Notons que les quatre (3+1) solutions d'intégration de systèmes proposées par Markus (cf. annexe) sont combinables car en pratique imparfaites. C'est le cas des ERP et des Datawarehouse lorsque les entreprises ont besoins d'informations historisées (gestion individualisée de la clientèle; traçabilité; contrôle a posteriori des opérations). En réalité une technologie s'impose comme support majeur de l'intégration au sein du système et s'impose tel un *standard de facto* (format, processus, langage, version, évolution, code, etc.) aux applications fonctionnelles tierces (Bidan, 2003b). Notre unique question de recherche met en perspective des variables contextuelles, organisationnelles et technologiques.

Question : Le modèle typologique de Markus (2000) à trois catégories d'intégration des applications du SIG est-il pertinent pour appréhender les pratiques d'intégration du SIG des moyennes entreprises? (figure 1).

Le problème n'est donc pas *uniquement* de décrire les pratiques usuelles d'intégration *ou de non intégration* des applications du SIG des entreprises de taille moyenne, mais également de les confronter au modèle référent. Plus largement nous décrivons des pratiques d'urbanisation arbitrant entre fédération et intégration des applications.

2.1. Collecte des données

Notre approche et évaluation de l'intégration s'appuie ici sur une méthode fondamentalement quantitative et exploratoire qu'il est possible de qualifier d'opportuniste⁷.

Un corpus de données primaires issues de la collecte et de l'exploitation de questionnaires (semi fermé à 16 items majeurs de type contextuels, or-

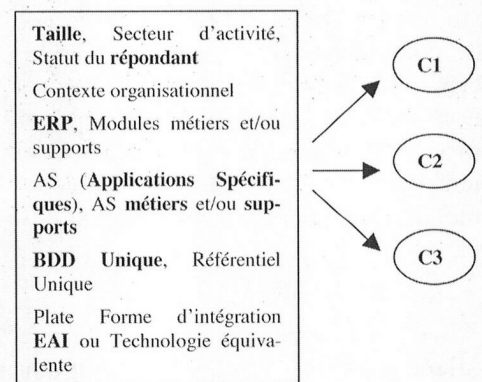


Figure 1 : Modélisation de la question.

7. Pour une approche qualitative confirmatoire de l'alignement urbanisation vs. stratégie, voir Bidan et Rowe, 2004.

ganisationnels et technologiques) fut constitué. La population mère était constituée des quelques 600 entreprises accueillant ou ayant accueilli récemment (moins de trois ans) un stagiaire de seconde année de l'UT de Nantes⁸. Nous avons contacté les entreprises par voie électronique afin de leur présenter la problématique d'enquête. Le questionnaire a finalement été adressé à une population de 223 PME ayant (1) confirmé avoir une réflexion SI en cours, (2) identifié un répondant en charge des questions SI et (3) donné un accord de principe pour renseigner le questionnaire. Dans la plupart des cas, un contact supplémentaire s'avéra opportun et nécessaire face à la densité des annotations et/ou remarques « à la marge » caractérisant l'extrême diversité des attentes. Les réponses ont été recueillies auprès des directeurs des systèmes d'information (DSI), des dirigeants (PDG), des responsables fonctionnels (DAF, DP, DL, DI, etc.), des responsables des projets SI.

Un corpus de données secondaires fut à son tour constitué à partir de documents papiers et/ou électroniques, de compte rendus de comités de pilotage auxquels nous avons assisté ou non, et de compte rendus d'enquêtes professionnelles. Ce corpus nous a été utile lors des vérifications et recouplements nécessaires aux validations.

Nous avons pu finalement travailler sur un échantillon de 143 entreprises, situées en grande partie sur la façade Atlantique de la France, comptant entre 28 à 2 800 salariés.

Ce taux satisfaisant de réponses s'explique par la présentation préalable de l'enquête aux répondants potentiels, le pré-test du questionnaire par des praticiens et la proposition d'un retour d'enquête concis et commenté.

Le tableau 2 nous informe sur les caractéristiques non technologiques de l'échantillon de 143 entreprises.

Les caractéristiques technologiques (unicité DB, ERP, plate-forme EAI, Applications spécifiques, etc.) sont présentées et analysées dans la partie suivante.

Nombre de Salariés	% Absolu
De 28 à 100	52,45
De 101 à 500	31,47
De 501 à 2 800	16,08
Secteur d'Activité	% Absolu
Primaire	8,39
Secondaire	37,06
Tertiaire	54,55
Contexte Organisationnel	% Absolu
Organisation par fonction	74,13
Organisation par projet	17,48
Autre type d'organisation	8,39
Répondant	% Absolu
DSI ou adjoint	48,25
PDG ou adjoint	27,27
Autre répondant	24,48
Age de l'organisation	% Absolu
Moins de 5 ans	55,24
Entre 5 et 10 ans	34,27
Plus de 10 ans	10,49

Tableau 2 : Quelques caractéristiques de l'échantillon.

8. Nous étions responsable des stages en GEA de 1999 à 2001.

2.2. Tests et partitions

Nous respecté deux étapes. Une classification des individus selon les modalités caractérisantes majeures sans filtre préalable (notamment sur l'item « intégration satisfaisante ») puis une partition de l'arbre hiérarchique en n catégories statistiquement robustes et pertinentes en terme d'urbanisation.

Première étape ; la classification des 143 individus de l'échantillon selon les modalités les plus explicatives et ce, à la fois par classe théorique et par nombre (3,4 puis 5) de classe théorique. Les variables étant nominales, nous avons utilisé le critère descriptif de la valeur test⁹ (VT) sous SPAD 3.21 pour justifier la hiérarchisation des modalités. La classification est validée de façon classique en utilisant un test du KHI2 qui compare le profil de la question dans la modalité au profil global de la question, pour les différentes questions.

Seconde étape ; la partition d'un arbre hiérarchique (dendrogramme) en un nombre fini de classes cohérentes et représentatives en terme de type d'urbanisation (la seconde ne représente toutefois que 10 % des individus). Nous avons retenu une partition de la population en trois catégories. Une partition supérieure (4, 5 voire 7 coupures) perdait en cohérence statistique (évaluée par le quotient inertie inter classe / inertie totale¹⁰ calculé avant puis après consolidation) sans

gagner en pertinence au sein des classes. Une partition en deux catégories – certes intéressante car reproduisant l'antagonisme intégration/non intégration en mettant en lumière (1) un effet taille et (2) un effet ERP – était cependant inexploitable dans le cadre de cette étude typologique et de la confrontation au modèle de Markus en trois catégories.

Pour chaque catégorie, nous avons construit un tableau (pour une schématisation des architectures fédérées/intégrées, voir Bidan, Rowe, 2004) présentant en ligne, par ordre décroissant d'importance pour caractériser la classe, les modalités des variables explicatives.

Pour chaque modalité retenue (filtrée et classée selon le critère de la valeur test supérieure à 2 soit avec une significativité de 0,05), nous présentons les six (la désignation + 5 statistiques explicatives) informations récapitulées dans le tableau 3.

2.3. Résultats

Le premier type d'intégration (C1) correspond plus exactement à une non-intégration des applications. Elle est caractérisée par l'absence d'ERP

Modalité i	Désignation de la modalité i
	V.Test / Probabilité / % de la Classe dans la Modalité / % de la Modalité dans la Classe / % Global de la modalité

Tableau 3 : Présentation des données du test sur C1.

9. Le principe est le suivant : pour évaluer l'ampleur des différences entre % ou entre moyennes, SPAD 3.21 réalise des tests statistiques (loi hypergéométrique pour les % et « t » de Student corrigé pour les moyennes) que le logiciel exprime en nombre d'écart-types d'une loi Normale. La valeur test est égale à ce nombre d'écart-types (pour une VT supérieure à 2 en valeur absolue, un écart est significatif au seuil usuel de 5 %) et permet une classification par importance de contribution à une modalité ou à une variable.

10. Inertie totale = Inertie inter classe + Inertie intra classe.

(VT très forte), l'absence de base de donnée unique, un grand nombre d'applications spécifiques, une intégration perçue explicitement comme *non satisfaisante* et enfin un effectif salarié inférieur à 100.

Deux résultats spectaculaires (100 % de Classe dans la modalité « pas d'ERP » et 100 % cette même modalité dans C1) nous montrent la forte homogénéité de la catégorie caractérisée par l'absence d'ERP (la totalité des 61 individus sans ERP est présente au sein de C1). Dans la même logique, notons les 100 % de la modalité « pas de base de donnée unique » dans la Catégorie 1.

Il s'agit d'un segment important de l'échantillon dont le SIG est composé d'applications nombreuses, hétérogènes et *de facto* non intégrées car difficilement intégrables au regard des ressources modestes en terme de compétences internes, budget et délais des entreprises de moins de 100 salariés¹¹. Il est possible de présenter ce type d'urbanisation comme fédérée et constituée d'un juxtaposition de silos fonctionnels inter-opérants ponctuellement (Bidan, 2003a). (tableau 4).

Le second type d'intégration est caractérisé à l'inverse par la présence d'un ERP à couverture fonctionnelle (très) élevée et l'absence d'applications spécifiques, mais plus encore par la taille importante (VT et % élevés) et l'âge de l'organisation.

Notons à ce propos, que 52,17 % des individus de C2 se retrouvent dans la modalité « plus de 501 salariés » – qui

ne représente que 16,08 % des 143 individus testés – et que 92,31 % des « plus de 501 salariés » et 76,92 % des « plus de 10 ans » sont présent dans la catégorie C2.

L'ERP est déployé au sein d'organisations de taille importante (implantation multi-sites, voir Markus *et al.*, 2000), âgées de plus de 10 ans (VT très élevée) et utilisant une base de donnée unique. Il s'agit d'un segment peu im-

C1	61 individus 42,66 % de l'échantillon
Modalité 1	Pas d'ERP 13,52 / 0,0 / 100 / 100 / 42,66
Modalité 2	Pas de BDD unique 4,47 / 0,0 / 50 / 100 / 85,31
Modalité 3	Plus de 8 Applications Spécifiques 4,49 / 0,0 / 80 / 39,34 / 20,98
Modalité 4	Intégration Insatisfaisante 3,75 / 0,0 / 68,29 / 49,90 / 28,67
Modalité 5	De 28 à 100 Salariés 2,15 / 0,005 / 53,33 / 65,57 / 52,45

Tableau 4 : Présentation des données du test sur C1.

C2	13 individus 9,09 % de l'échantillon
Modalité 1	Plus de 501 Salariés 6,28 / 0,0 / 52,17 / 92,31 / 16,08
Modalité 2	Organisation de plus de 10 ans 5,98 / 0,0 / 66,67 / 76,92 / 10,49
Modalité 3	Base de Données Unique 5,18 / 0,0 / 47,62 / 76,92 / 14,49
Modalité 4	Plus de 8 modules implantés 4,12 / 0,0 / 42,11 / 61,54 / 13,29
Modalité 5	Un ERP 3,75 / 0,0 / 17,81 / 100,00 / 51,05

Tableau 5 : Présentation des données du test sur C2.

11. Nous retrouvons la frontière symbolique soulignée par Fallery dès 1983 lors de ses travaux de doctorat sur l'activité – fragmentée – du dirigeant de l'entreprise de moins de 100 salariés (Fallery, 2001).

portant de l'échantillon (9,09 %) mais fortement homogène (tableau 5).

Ce dernier type d'intégration est caractérisé à la présence d'un (VT élevé) ou plusieurs (VT moins élevée) ERP à couverture fonctionnelle moyenne, cohabitant avec un faible nombre d'applications spécifiques. L'intégration est explicitement perçue comme satisfaisante. La taille au sein de C3 n'est pas significativement caractéristique.

Soulignons l'importance de la modalité « un ERP » en notant que 86,96 % des entreprises de C3 ont un ERP et que 82,19 % des entreprises dotées d'un ERP – exactement 51,05 % des 143 individus testés – sont présentes dans la catégorie C3. Concernant, la cohabitation entre plusieurs ERP, 100 % des individus ayant « plusieurs ERP » (6,29 % des 143 individus testés) sont présents dans C3 et constituent *de facto* une sous-catégorie.

Il s'agit du segment le plus important de l'échantillon (48,25 %), correspondant à une intégration mixte à la fois par ERP et par interfaces (absence notable de plate-forme IAF pour intégrer les applications tierces) selon la terminologie de Markus montrant à la fois l'existence, la pérennité et l'efficacité de telles urbanisations (tableau 6).

Nous proposons ainsi, à la fois grâce à la cohérence intrinsèque des catégories et grâce à leur représentativité statistique, quelques éléments de réponses à la question Q1. Il existe trois catégories correspondants à trois types de pratiques d'intégration VS non-intégration des applications du SIG.

Soulignons à nouveau un double effet taille confirmant un résultat intuitif. Plus la taille – mesurée par le critère de l'effectif salarié même s'il demeure certes

insuffisant pour appréhender le concept-PME (Julien, 1997) – augmente, (1) plus le nombre d'ERP implantés augmente (0, 1 puis plusieurs) montrant l'existence de pratiques d'intégration inter-ERP et, (2) plus le nombre de modules déployés par ERP (couverture fonctionnelle) augmente.

Nous nous proposons de mettre en perspective C1, C2 et C3 et de (re)placer notre question de recherche – par trop focalisée sur le processus d'intégration – dans le double champ des PME et des problématiques d'urbanisation (tableau 7).

Finalement, l'urbanisation apparaît comme la tentative de maîtrise *en douceur* (loin des approches « big bang ») de l'hétérogénéité inéluctable au sein des applications du SIG. Pratiquement néanmoins, les opérations (maintenance, montée de version, obsolescence, etc.) d'intégration et de désintégration des composants – d'urbanisation – semblent plus aisée lorsque l'architecture est modulaire et que les échan-

C3	69 individus 48,25 % de l'échantillon
Modalité 1	Un ERP 8,51 / 0,0 / 82,19 / 86,96 / 51,05
Modalité 2	De 4 à 8 Modules implantés 6,45 / 0,0 / 92,11 / 50,72 / 26,57
Modalité 3	De 1 à 3 Modules implantés 4,84 / 0,0 / 92,00 / 33,33 / 17,48
Modalité 4	Moins de 3 Applications Spécifiques 3,29 / 0,0 / 67,31 / 50,72 / 36,36
Modalité 5	Plusieurs ERP implantés 3,07 / 0,001 / 100,00 / 13,04 / 6,29
Modalité 6	Intégration Satisfaisante 2,78 / 0,003 / 60,27 / 63,77 / 51,05

Tableau 6 : Présentation des données du test sur C3.

gent (1 vers n) sont *filtrés* par une base de données pivot (figure 2).

3. CONCLUSION, LIMITES ET APPROFONDISSEMENTS

Il est pertinent et acceptable de présenter les pratiques d'intégration et plus largement d'urbanisation sous forme de trois catégories. Cependant, dans le champ des moyennes entreprises que nous avons étudiées, elles ne correspondent pas explicitement à celles proposées par Markus en novembre 2000 à l'AIS (ERP, EAI et DW).

Il est utile toutefois à l'issue de cette étude de souligner deux types de limites. Sur le fond soulignons le mode déclaratif de la collecte de l'information, l'unicité du répondant, la complexité sémantique de certains items abordés, et enfin l'existence d'un biais géographique (les entreprises sont principalement situées dans le grand ouest de la France). Sur la forme, le traitement statistique s'avère exploratoire et dendrographique.

Nous nous devons de souligner également une limite due au concept même d'intégration qui apparaît, au travers de nos réponses et lectures, comme un concept *positif* car contribuant implicitement à l'amélioration des performances de l'entreprise mais sans précision sur les types de contributions et de liaisons entre TI, SI et Performance (Geffroy-Maromat, 2002). Cet « angélisme » sur le caractère positif et favorable de l'intégration des systèmes de l'entreprise n'est cependant pas partagé par l'ensemble des auteurs. Un grand nombre de raisons expliquent depuis longtemps cette dis-

Urbanisation par fédération	Urbanisation par intégration	
	C1	C2
61 entreprises	13 entreprises	69 entreprises
Moins de 100 salariés	Plus de 501 salariés	N.S.
Fédération	Intégration par ERP	Intégration par ERP(s) et par Interfaces
Architectures par silos fonctionnels	Architecture modulaire à base de données unique	Architecture modulaire à base de données logique unique

Tableau 7 : Mise en perspective des catégories.

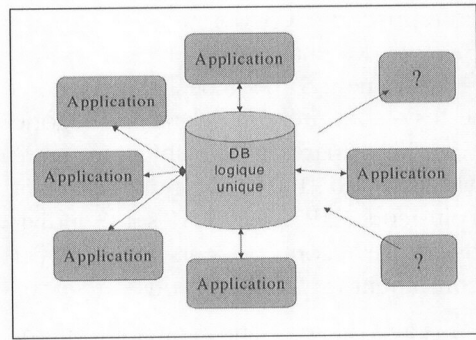


Figure 2 : Intégration VS Désintégration des applications et architecture modulaire.

tance ; par exemple, la complexité intrinsèque du projet d'intégration *au sein* de l'organisation et son absence de pertinence face à un environnement turbulent ou face à des innovations technologiques incessantes et difficiles à appréhender (Attewell, Rule, 1984 ; Hecht, 1997).

Les pratiques d'urbanisation constituent un champ de recherche encore en friche. Nous posons là un problème sémantique déjà rencontré lors de la collecte des données de cette enquête (intégration des applications ? référentiel commun ? transversalité ? territoires ?) qui impose que les communautés impliquées (praticiens, cher-

cheurs, enseignants, consultants) se rencontrent, échangent et partagent elles mêmes un vocabulaire commun. Cette étude peut être (1) prolongée – en adaptant et précisant les items (Data Warehouse, Application Service Provider, réseaux, etc.) et la méthodologie de la collecte – dans le champ des grandes entreprises¹² et (2) étayée par une approche non seulement ingénierique (technologique et organisationnelle) mais cognitive de l'urbanisation.

Intégration, fédération, pratiques hybrides? La dimension technologique de l'urbanisation demeure importante. En particulier la cartographie des couplages – représentation des flux d'entrées et sorties d'information entre sous-systèmes (Meinadier, 2002, p. 514) – qui seule permet de d'évaluer la complexité *a priori* du travail à accomplir pour organiser le SIG en territoires homogènes.

C'est le cas de la définition des fonctions applicatives responsables¹³ du ou des domaine(s) d'information qu'elles doivent en toute logique « en-capsuler ». Comment organiser logiquement des applications fonctionnelles et utilitaires du SIG pour simultanément améliorer sa performance et faciliter ses inéluctables et incesantes adaptations? La question renvoie immédiatement au positionnement et choix stratégiques de l'entreprise et souligne l'impératif de spécification SI référante (document énonçant des exigences, ISO 8402) validée et portée par la Direction Générale.

BIBLIOGRAPHIE

Abrial, J.R. (1996), *The B-Book. Assigning programs to meaning*, Cambridge University Press.

Alsène, E. (1994), « L'intégration informatique et la transformation de l'organisation », *Revue Internationale du travail*, Vol. 133, n° 5-6, pp. 719-739.

Alsène, E., Gamache, M. (1997), « L'effet organisationnel des systèmes intégrateurs », *Deuxième Congrès franco-québécois de Génie Industriel*, 3-5 sept., Albi, France.

Attewell, P., Rule, J. (1984), « Computing and Organizations: what we know and what we don't know. », *Communication of the ACM* (27), pp. 1184-1192.

Bashein, B.J., Markus, M.L. (2000), « Data Warehouses: More than just Mining », *Financial Executives Research foundation*, Inc, Morristown, NJ.

Bath, G. (1995) « Enterprise IS integration and business process improvement initiative: an empirical study », *Proceeding of the first conference of the association for IS (AIS)*.

Benghozi, P.J. (1999), « TI et organisation: de la tentation de la flexibilité à la centralisation », *2^e colloque international, « Usages et Services des télécommunications »*, Bordeaux, 06/1999.

Beretta, S. (2002), « Unlashing the Integration Potential of ERP Systems: the Role of process based performance measurement systems », *Business Process management Journal*, Vol. 8, n° 3, pp. 254-277.

Benjamin, R.I., Scott Morton, M.S. (1988), « Information technology, integration and organizational change », *Interfaces*, Vol. 18, n° 3 May-June, pp. 86-98.

12. Les TPE peuvent être également et opportunément étudiées.

13. Stockage, Traitement et Mise à Disposition sur demande.

Besson, P. (1999), « Les ERP à l'épreuve de l'Organisation », *Systèmes d'Information et Management*, n° 4, pp. 21-52.

Besson, P., Rowe, F. (2001), « ERP project dynamics and enacted dialogue : perceived understanding, perceived leeway, and the nature of task-related conflicts », *Database for Advances in Information Systems*, Vol. 32, n° 4, pp. 47-66.

Bidan, M. (2001), « Intégration du Système d'Information et marché des ERP. Vers une maturité de l'offre ? », *Actes du 6^e Colloque de l'AIM*, Université de Nantes, 7-9 juin, pp. 239-248.

Bidan, M. (2003a), « Que signifie intégrer le SIG ? », *Actes du colloque nationale de recherche dans les IUT*, Tarbes, 15-16 Mai, pp. 171-184.

Bidan, M. (2003b), « Vers l'intégration du système d'information de gestion de l'entreprise de taille moyenne ? », *Thèse de doctorat*, Université de Nantes, Décembre, 506 pages.

Bidan, M., Rowe, F. (2004), « Urbanization practices and strategic behavior : Openness of architecture and enactment in two medium sized companies », *Actes du 9^e Colloque de l'AIM*, I.N.T. d'Evry, 26-28 mai.

Blili, S., Raymond, L. (1993), « Information Technology : Threats and Opportunities for Small and Medium-Sized enterprise », *International Journal of Information Management*, Vol. 13, n° 6, pp. 3-16.

Coat, F., Pavier, M. (1999), « Passage à l'ERP et refonte du système d'information : le cas des ASF », *Systèmes d'Information et Management*, Vol. 4, n° 4, pp. 107-128.

El Amrani, R., Geffroy-Maronnat, B., Marciniak, R., Rowe, F., Bidan, M. (2002a), « PGI, flexibilités, organisation du travail et représentations dans les moyennes et grandes entreprises », Rapport DARES-Ministère du Travail.

El Amrani, R., Geffroy-Maronnat, B., Marciniak, R., Rowe, F., Bidan, M. (2002b),

« Déploiement des PGI, transversalité et facteurs clés du changement », *Actes du colloque Pré-ICIS 2002*, Barcelone, Espagne.

Fallery, B., Neyret, M.A. (1994), « Le modèle client-serveur, vers une ouverture et une intégration des SI », *Annales du management*, tome 2, pp. 414-436, IAE Montpellier.

Fallery, B. (2001), « Nouvelles technologies et travail du dirigeant », *Système d'Information et Management*, Spécial Robert Reix, Vol. 6, n° 2, pp. 81-92.

Forest, G. (1999), « Généalogie des ERP et gestion des flux physiques », *Systèmes d'Information et Management*, n° 4, pp. 71-91.

Geffroy-Maronnat, B. (2002), « Intégration informationnelle et formes d'interdépendances : quels enjeux organisationnels ? le cas de l'ERP dans une PME », *7^e colloque de l'AIM*, Hammamet, Tunisie.

Habrias, H. (1997), *Dictionnaire encyclopédique du génie logiciel*, Editions Masson, Paris.

Hammer, M., Champy, J. (1993), *Reengineering the Corporation*, Harper Business, NY.

Hecht, B. « Choose the right ERP software », *Datamation*, March 1997, pp. 56-58.

Julien, P.A. (1997), « Pour une définition des PME », *Les PME : Bilan et Perspectives*, 2^e édition, Economica, pp. 1-16.

Lesuisse, R. (2002), « De la spécificité à la généricité des logiciels », in Rowe, F. (ed.), *Faire de la recherche en systèmes d'information*, Paris, Vuibert.

Linthicum, D. (1999), *Enterprise Application Integration*, Addison-Wesley, Massachusetts, USA.

Longépéc, C. (2001), *Le projet d'urbanisation du système d'information*, Collection Informatique et Entreprise, Paris, Dunod.

Markus, M.L. (2000), « Paradigm Shifts – E-Business and Business/Systems Integration », *Communications of the AIS*, Vol. 4.

Markus, M.L. (2001), « Reflections on the systems integration enterprise », *Business Process Management Journal*, 7.3, pp. 171-176.

Markus, M.L., Tanis, C. (2000), « The Enterprise System Experience : from adoption to success », in *Framing the domains of I.T. management*, Zmud, R. (ed.), Cincinnati : Pinnaflex, pp. 173-208.

Markus, M.L., Tanis, C., Van Fenema, P. (2000), « Multisite ERP implementations », *Communications of the ACM*, Vol. 43, n° 4, pp. 42-46.

Meinadier, J.P. (2002), *Le métier d'intégration de système*, Hermes Science Publications. Paris.

Reix, R. (1999), « Les Technologies de l'Information, facteurs de flexibilité ? », *Revue française de gestion*, n° 123, pp. 111-119.

Rockart, J.F., Short, J.E. (1995), « L'organisation en réseau et le management de l'interdépendance », in *L'entreprise compétitive au futur, Technologies de l'information et transformation de l'organisation*, de Michael S. Scott Morton, Les Ed. d'Organisation, chap. 7, pp. 233-272.

Ross, J.W. (2003), « Creating a strategic IT architecture competency : learning in stages », *MIS Quarterly Executive*, Vol. 2, n° 1, March, p. 31.

Rowe, F. (1999), « Cohérence, intégration informationnelle et changement : esquisse d'un programme de recherche à partir des Progiciels Intégrés de Gestion », *Systèmes d'Information et Management*, Vol. 4, n° 4, pp. 3-20.

Singletary, L. (2002), « Empirical study of stakeholders' perceived benefits of integration attributes for enterprise IT applications », *Eighth Americas Conference on Information Systems*, pp. 2573-2579.

Singletary, L. (2003), « Empirical study of attributes and perceived benefits of applications integration for enterprise systems », *A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in The Interdepartmental Program in Business Administration*, Information Systems and Decision Sciences, Louisiana State University.

Themistocleous, O'Keefe, et Irani (2002), « ERP and application integration », *Business Process Management Journal*, Vol. 7, n° 3.

ANNEXE : LE « MODÈLE » DE MARKUS (2000)

Nous nous sommes intéressés à une contribution théorique et typologique majeure reliant à la fois les problématiques d'intégration et d'urbanisation. Markus (2000) retient trois catégories (« *Tree broad categories of systems integration solutions* ») et rappelle un type *historique* d'intégration du système d'information de l'entreprise. Elle propose également une mise en perspective critique de ces solutions (« *Pros and cons of various internal systems integration strategies* ») dans ses travaux publiés en 2001 (Markus, 2001). Le tableau 8 met en perspective et compare, en termes de pratiques et impacts, les trois premières solutions.

1. L'entrepôt de données (Datawarehouse) propose à partir des bases de données du SIG, l'extraction de l'information sa diffusion vers un entrepôt de données pour traitement et analyse, il permet ainsi la structuration des données, leur organisation, leur historisation et leur mise à disposition pour les décideurs (Bashein, Markus, 2000). L'existant est dès lors pérennisé et partiellement sécurisé.
2. Les nouvelles architectures EAI des systèmes proposent – après un travail conceptuel réel à partir des bases de données du SIG (modifiées) et en utili-

sant les plates-formes d'intégration des applications (modifiées) et leurs passerelles type middleware d'homogénéiser le SIG en pérennisant l'existant et instituant une architecture hybride (modulaire et arborescente).

3. Finalement seul l'ERP impose de repenser l'existant en profondeur (données et processus). L'ERP propose – après paramétrage – grâce à la redéfinition (ré ingénierie) des processus, à son architecture modulaire et à sa base de données logique unique, d'intégrer les applications (module) en les faisant partager en temps réel une information commune stockée au sein de sa base de données et ainsi travailler de façon transversale. L'architecture devient modulaire et l'existant ne peut pas être pérennisé (ce qui explique la forte péné-

tration de ces outils à l'aube de l'an 2000, puis avant l'Euro, mais également l'attentisme actuel des clients face aux difficiles négociations concernant les futures nouvelles normes comptables internationales).

4. Outre ces trois catégories modernes qui ont en commun d'intégrer globalement les applications concernées par les dispositifs (bases de données mises en relation mais ni unicité logique ni unicité physique), nous insistons sur l'existence des pratiques d'interfaçage qui n'intègrent que localement et partiellement les applications concernées. L'interfaçage des application propose la mise en relation des applications une par une et au cas par cas des applications, elle conserve les bases de données, les processus et l'architecture.

<i>Tree broad categories of systems integration solutions</i>	Base(s) de Données	Architecture	Outils majeurs d'intégration	Pratiques majeures d'intégration	Impacts majeurs d'intégration
Entrepôt de données (Datawarehousing)	Plusieurs DB avec extraction vers un entrepôt de données pour traitement et analyse	Arborescente	Entrepôt de données	Extraction et traitement pertinent des données	Structuration des données et Actualisation des traitements
Système intégré (Enterprise system)	Une/Plusieurs DB mais une seule DB logique	Modulaire	ERP	Ré-ingénierie des processus	Temps réel, Référentiel unique et Transversalité
Nouvelle architecture des systèmes (Re-architected systems)	Plusieurs DB mais une seule DB logique	Modulaire et Arborescente	Middleware, Plate-forme EAI	Interconnexion des DB et des applications	Pérennisation de l'existant

Tableau 8 : Trois solutions d'intégration de systèmes (typologie adaptée de Markus, 2000).