



Infrastructure M2M pour les systèmes de gestion d'énergie

Roland Balter

www.scalagent.com

Objectifs de l'atelier

☛ Etude de cas sur les intergiciels et la construction d'applications réparties

- Classe d'application choisie : M2M (*Machine to Machine*)
 - Importance du domaine sur le plan économique
 - Intérêt du domaine sur le plan scientifique (complexité globale : hétérogénéité, grande échelle, etc.)
- Approche suivie pour l'étude de cas
 1. Principes généraux des solutions retenues pour le M2M
 2. Présentation d'une solution complète pour un cas d'usage particulier : les systèmes de gestion d'énergie

Plan de l'exposé (1/2)

I. M2M

- Contexte et Objectifs
- Identification des besoins
- Choix de conception pour une infrastructure M2M
 - *Architecture, environnement d'exécution, environnement de développement, environnement d'exploitation*

II. Systèmes de gestion d'énergie

- Contexte et objectifs
- Etat des lieux

Plan de l'exposé (2/2)

III. Infrastructure M2M pour les systèmes de gestion d'énergie

- Architecture
- Environnement d'exécution
- Environnement de développement
- Environnement d'exploitation
- Bilan et perspectives

IV. Conclusion

- Le projet MCube
- Axes de recherche

M2M : Introduction

☞ Contexte

- Equipements intelligents
 - SoC et systèmes embarqués (ex. JVM sur carte à puce)
- Equipements communicants
 - Internet « partout » et réseaux sans fil (WiFi, Bluetooth, RFID, ZigBee, etc.)

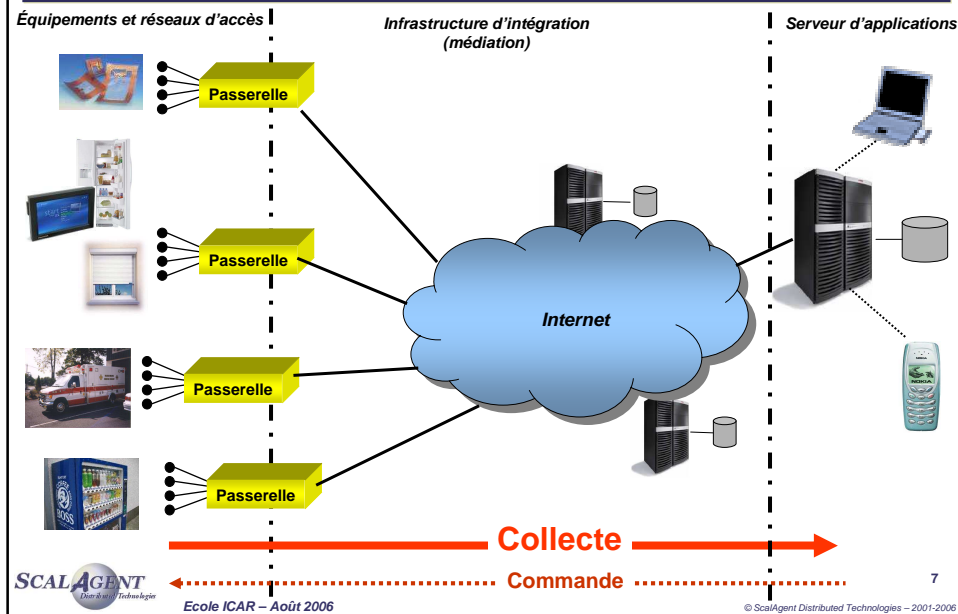
☞ Motivations et enjeux

- Réduire les coûts d'exploitation des équipements (pour l'utilisateur et l'équipementier)
- Inventer de nouveaux services exploitant les capacités étendues de ces nouveaux objets

Domaines d'application

- | | |
|--|------------------------|
| ● Supervision d'équipements et télémaintenance | ● Transport |
| ● Gestion de production | ● Santé |
| ● Logistique | ● Bâtiment intelligent |
| ● Traçabilité | ● Energie |
| ● Monétique et billettique | ● Télécommunications |
| ● Sécurité et lutte contre la fraude | ● Banque – assurances |
| ● ... | ● Distribution |
| | ● ... |

M2M – Périmètre (composants matériels)



M2M – Périmètre (infrastructure logicielle)

Environnement d'exécution

- Services système : OS embarqué,
- Intergiciel
- Plate-forme à service

Environnement de développement

- Modèle de programmation : services, composants
- Outils de développement

Environnement d'exploitation

- Déploiement
- Supervision et contrôle

M2M – Analyse des besoins (1/2)

☛ **Connectivité**

- Réseaux d'accès (capillaires) : grande hétérogénéité
 - Réseaux sans fil (WiFi, Bluetooth, RFID, . . .), réseaux de terrain
- Internet : utilisation de protocoles normalisés
- Articulation entre réseaux d'accès et Internet
 - ⇒ *Rôle clé de la passerelle Internet*

☛ **Flexibilité et évolutivité**

- Evolution de l'environnement physique : nouveaux équipements
- Evolution des applications : nouveaux services (TTM : *Time To Market*)
 - ⇒ *Méthodes et outils pour :*
 - La construction « rapide » des applications/services
 - Le déploiement automatisé des services
 - La reconfiguration dynamique

M2M – Analyse des besoins (2/2)

☛ **Passage à l'échelle**

- Paramètres d'échelle :
 - *Nombre d'équipements, dispersion des sites, volume de données collectées, analysées et transférées, etc.*
- Objectifs : dimensionnement adéquat
 - *Répartition de la charge de calcul*
 - *Limitation de la bande passante*
- ⇒ **Approche : intelligence distribuée**
 - *Rapprocher les traitements près des sources de données*
 - *Ne transmettre que les indicateurs pertinents pour un usage donné*

☛ **Réduction des coûts d'exploitation**

- Contrôle centralisé d'une infrastructure répartie
- Supervision à distance et maintenance préventive

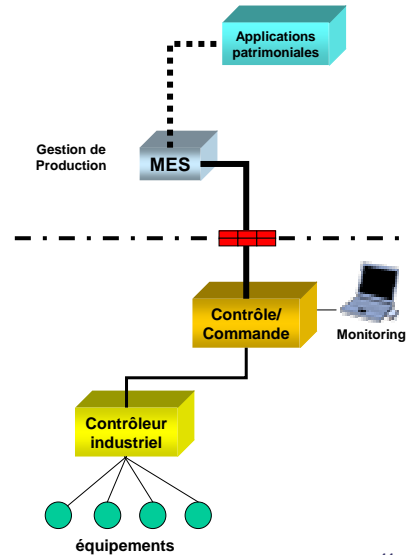
M2M : analyse de l'existant

☞ Séparation entre

- 'système de production'
 - Contrôleur + équipements
 - Station de contrôle/commande
- système IT
 - MES : *Manufacturing Execution System*

☞ Architectures centralisées

- Un serveur central collecte l'ensemble des informations sur les équipements (dans un mode question-réponse)
- Analyse a posteriori des données d'usage pour le calcul des indicateurs pertinents (applications du MES)



M2M – Choix de conception

- ☞ Architecture
- ☞ Environnement d'exécution
- ☞ Environnement de développement
- ☞ Environnement d'exploitation

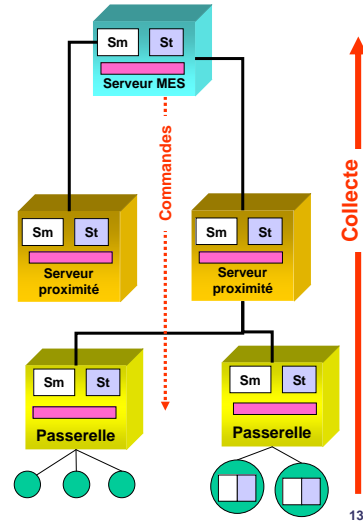
M2M - Architecture

Architecture distribuée multi-niveaux

- Articulation entre réseaux d'accès et Internet : la passerelle
- Intelligence distribuée sur la chaîne de valeur des équipements au serveur IT
 - Équipements, passerelle
 - Serveurs de proximité, serveur central

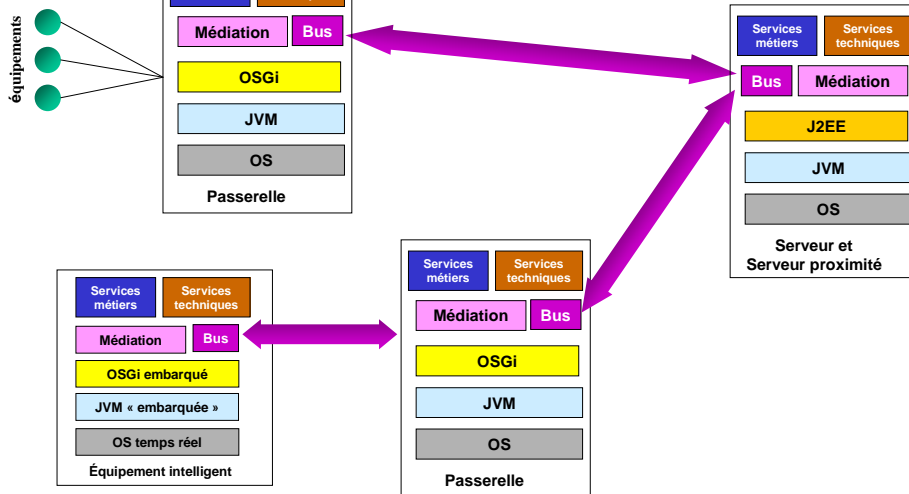
Architecture orientée services

- Application M2M = {services coopérants}
 - Services métiers
 - Services techniques (non fonctionnels)
- Services exécutés sur des plates-formes de service distribuées
 - Passerelle, serveur proximité, serveur



M2M – Environnement

d'exécution



M2M – le rôle de la médiation

☛ Infrastructure d'intégration de bout en bout

- Entre un parc d'équipements distribués et les applications du SI
- Intégration bi-directionnelle
 - *Flots de données : collecte des données d'usage, pré-traitement (filtrage, transformation, agrégation, ..), et transfert vers le SI*
 - *Flots de commandes : pilotage et contrôle des équipements*

☛ Infrastructure logicielle

- Composants intergiciels :
 - *Communication asynchrone fiable et sécurisée : bus à message construit sur les protocoles Internet (TCP/IP, HTTP-SOAP, SSL, etc.)*
- Composants applicatifs :
 - *Mise en œuvre des flots de données et des flots de commande*

M2M – Environnement de développement

☛ Objectif

- Définition des services : services métiers et services techniques
- Rapidité de mise en œuvre et capacité d'évolution
- Base d'exécution : J2EE et/ou OSGi

☛ Principes directeurs

- Ingénierie dirigée par les modèles (travaux en cours)
- Approches à base de composants
 - *Séparation entre fonctionnel et services systèmes*
 - *Réutilisation (configuration et spécialisation)*
 - *Composabilité : service = { composants coopérants }*
- Utilisation des ADL (Architecture Description Languages)

M2M – environnement

d'exploitation

Objectif

- Assistance au déploiement des services
- Configuration et supervision de l'infrastructure
 - Équipements, intergiciel, services

Principes directeurs

- Référentiel de l'application (défini à partir de la description ADL)
- Référentiel utilisé par :
 - *Service de déploiement : installation des services et initialisation du contexte*
Rappel : service = {composants coopérants}
- Services de supervision
 - *Remontée des événements et alertes liés aux composants de l'infrastructure*
 - *Application de supervision*
- Reconfiguration dynamique

Introduction aux systèmes M2M

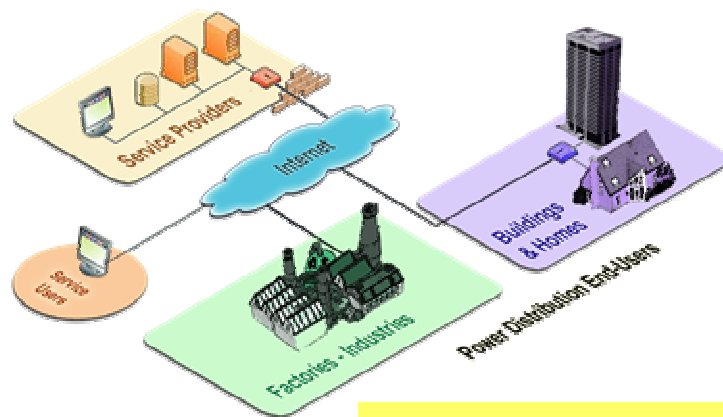
⇒ **Systèmes de gestion d'énergie**

Infrastructure M2M pour systèmes de gestion d'énergie

- Architecture
- Environnement d'exécution
- Environnement de développement
- Environnement d'exploitation
- Bilan et perspectives

Conclusion

Systemes de gestion d'energie



Exploitation des données enfouies dans les équipements pour fournir des services à valeur ajoutée

Gestion des équipements

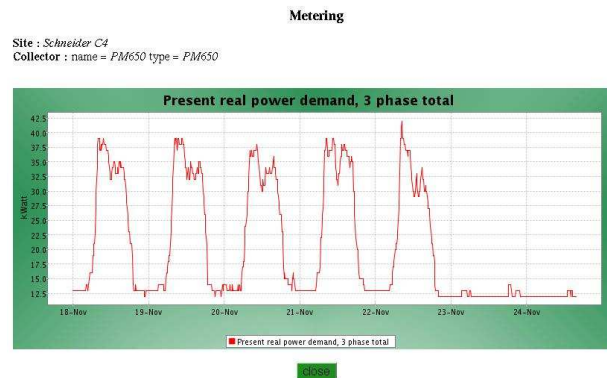
Etat des lieux

- ☛ **L'exploitation des données enfouies existe aujourd'hui**
 - *Équipement intelligents et communicants*
 - *Connectivité Internet universelle*
 - directe ou via des passerelles
 - *Les services sont générateurs de revenus pour :*
 - Équipementiers, opérateurs, fournisseurs indépendants
- ☛ **Mais des problèmes techniques complexes demeurent !**
 - *Performance, robustesse, sécurité, scalabilité, ...*
 - *Administration globale à distance (configuration et monitoring)*
 - *Flexibilité et reconfiguration dynamique*
 - *Atelier de développement des services*
 - ROI et time-to-market

Services de distribution électrique (1)

Mesure

- Collecter et traiter les nombreuses données d'usage à l'état brut
- Fournir les indicateurs pertinents pour l'exploitant : U, I, En, Cos φ , T, ...



Services de distribution électrique (2)

Gestion de la consommation

- Suivi de consommation
- Analyse de la consommation et impact sur le coût
- Définition de profils de consommateurs
- Prédiction de consommation

Gestion de la qualité d'énergie

- Surveillance en continu de la qualité de service
- identification des sources d'irrégularité et corrélation avec les pertes de production
- Recommandation de solutions pour améliorer la qualité du service de distribution (disponibilité et qualité d'énergie)

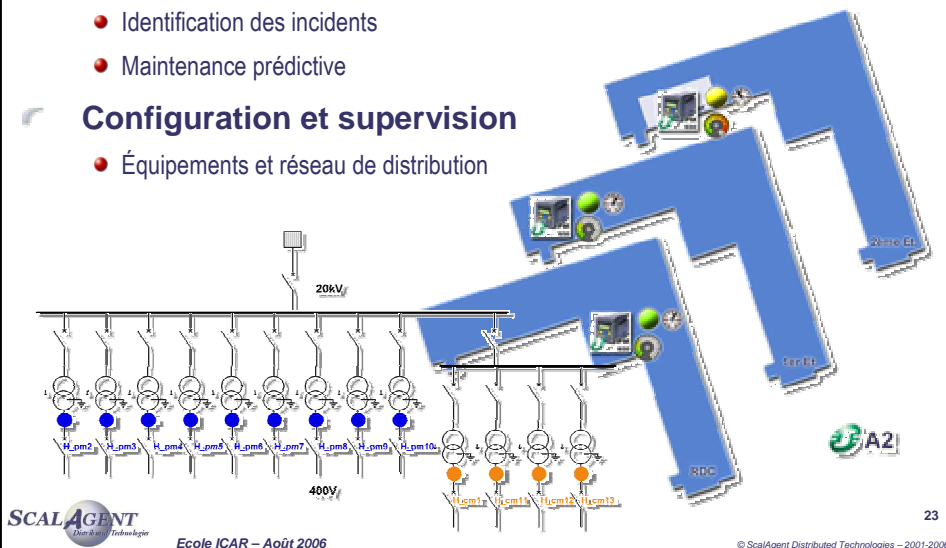
Services de distribution électrique (3)

Maintenance

- Identification des incidents
- Maintenance prédictive

Configuration et supervision

- Équipements et réseau de distribution



Introduction aux systèmes M2M

Systèmes de gestion d'énergie

⇒ Infrastructure M2M pour systèmes de gestion d'énergie

- Architecture
- Environnement d'exécution
- Environnement de développement
- Environnement d'exploitation
- Bilan et perspectives

Conclusion

Architecture

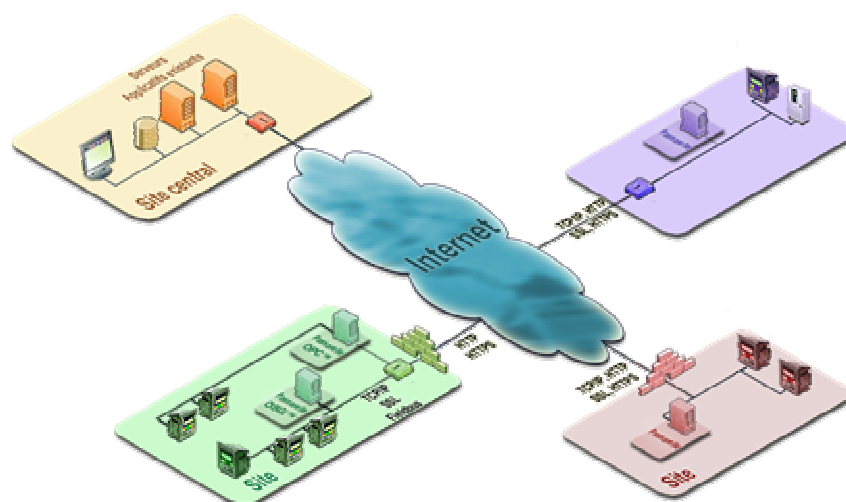
Architecture distribuée

- Qui répond aux besoins fonctionnels et qui garantit des propriétés de fiabilité, disponibilité, sécurité, propres au domaine de la distribution d'énergie
- Exploitant le principe **d'intelligence distribuée**
- Fondée sur des standards (TCP/IP, HTTP, SOAP, XML, J2EE/JMS, OSGi, etc.)
- Intégrant des composants techniques disponibles (si possible en open source)
 - JOnAS, Joram, Oscar, etc.

Architecture à trois niveaux

- Contrôle des équipements : passerelles intelligentes
- Serveur d'application : support des services métiers et des services techniques
- Médiation : intégration entre équipements et services métiers
 - L'infrastructure de médiation est multi-niveaux :
 - Passerelles – serveurs de proximité – serveur d'application

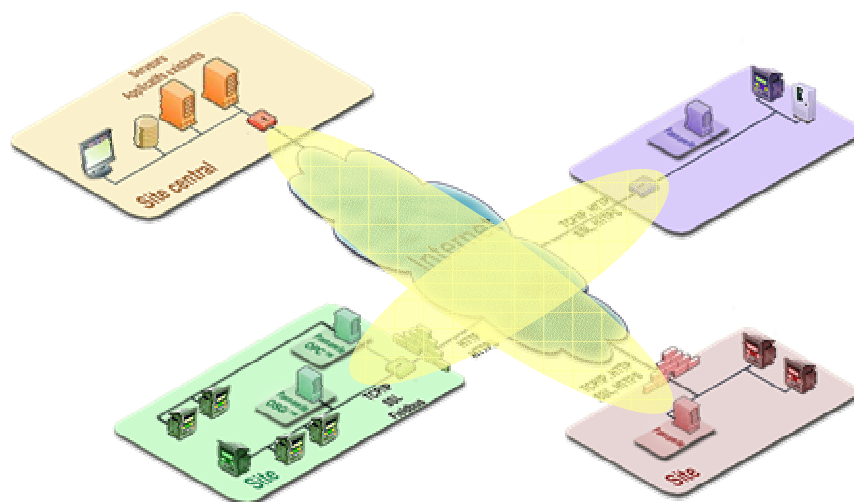
Vue d'ensemble



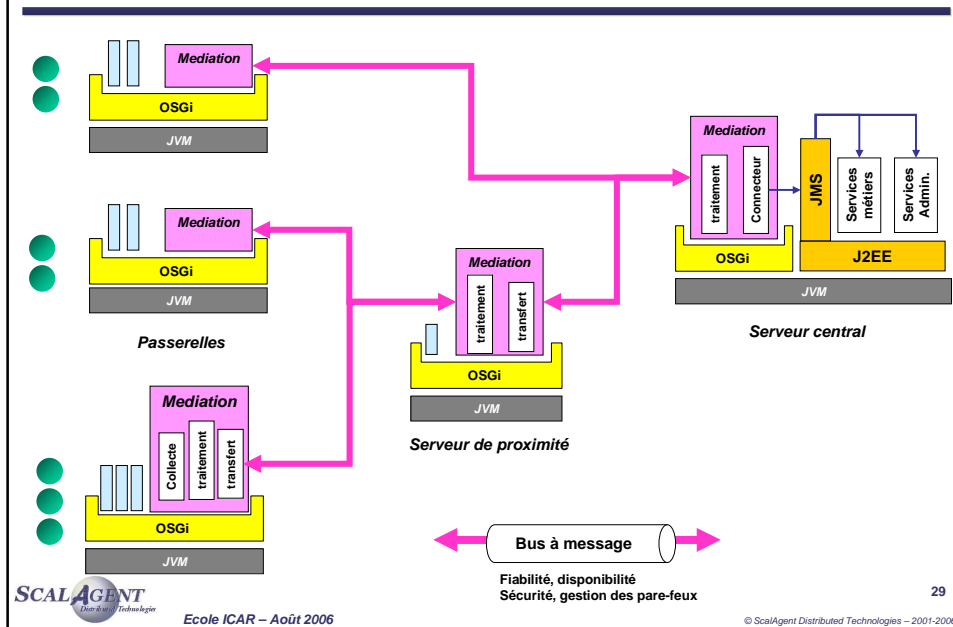
Composants techniques

- ☞ Composants sur la passerelle (OSGi, OPC)
 - Pilotes des réseaux de terrain
 - Acquisition des données d'usage des équipements
- ☞ Composants métiers (serveur d'application J2EE)
 - Mesures, gestion d'alarmes, suivi/prédiction consommation, etc.
- ☞ ScalAgent Mediation Suite
 - Infrastructure d'intégration entre passerelles et serveur central
 - Collecte, calcul d'indicateurs et transfert vers les services métiers
 - Déployée sur des plates-formes de services OSGi
 - Infrastructure de communication asynchrone
 - Transfert fiable et sûr ; gestion des pare-feux

Le périmètre de la médiation



Environnement d'exécution



Propriétés de l'infrastructure

Fiabilité et disponibilité

- Utilisation d'un intergiciel asynchrone fiable (technologie Joram)
- Utilisation de serveurs de médiation HA si nécessité

Extensibilité

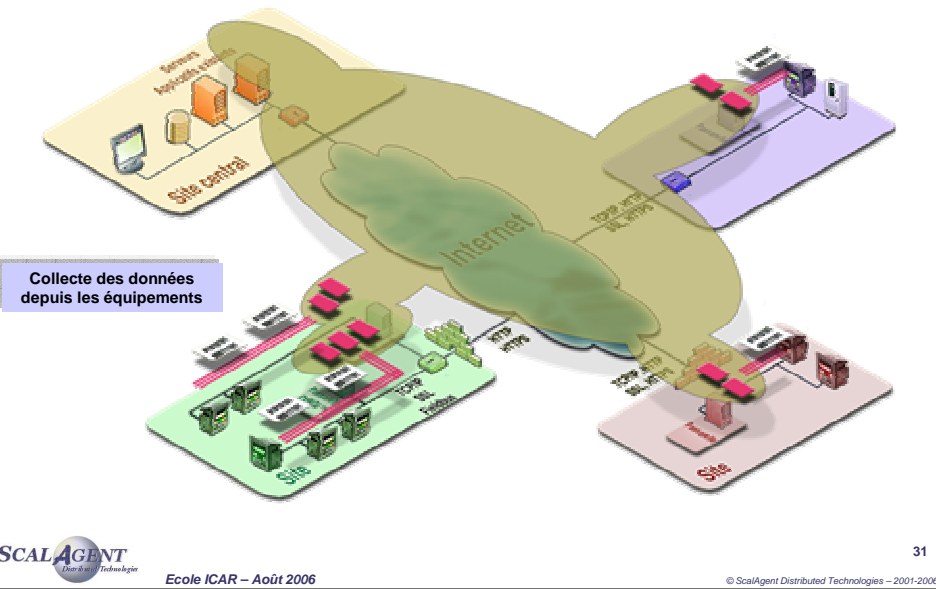
Nombre d'équipements, variété des services, nombre d'utilisateurs, etc.

- Intelligence distribuée grâce à l'infrastructure de médiation
- Architecture hiérarchisée : possibilité de rajouter des nœuds intermédiaires

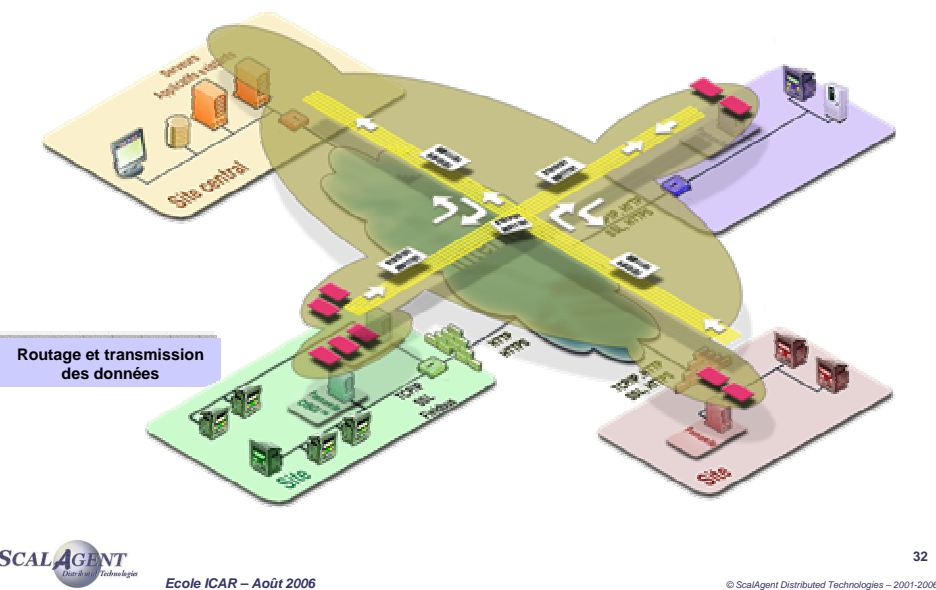
Sécurité

- Cryptage des données : SSL
- Gestion des pare-feux
 - Absence de flux entrants vers les équipements
 - Opérations pilotées par les passerelles : depuis l'installation de logiciel jusqu'au transfert des données d'usage

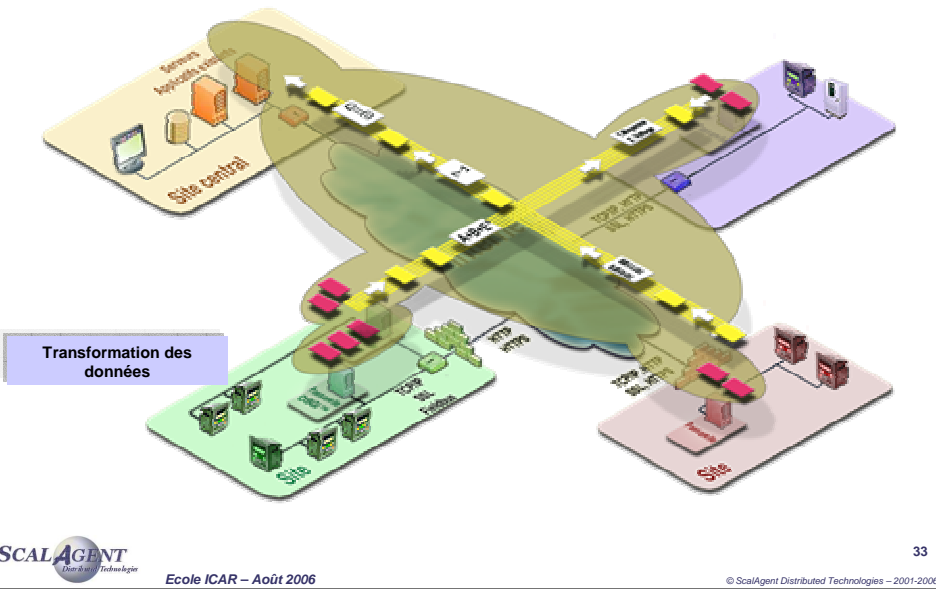
Fonctions de la médiation



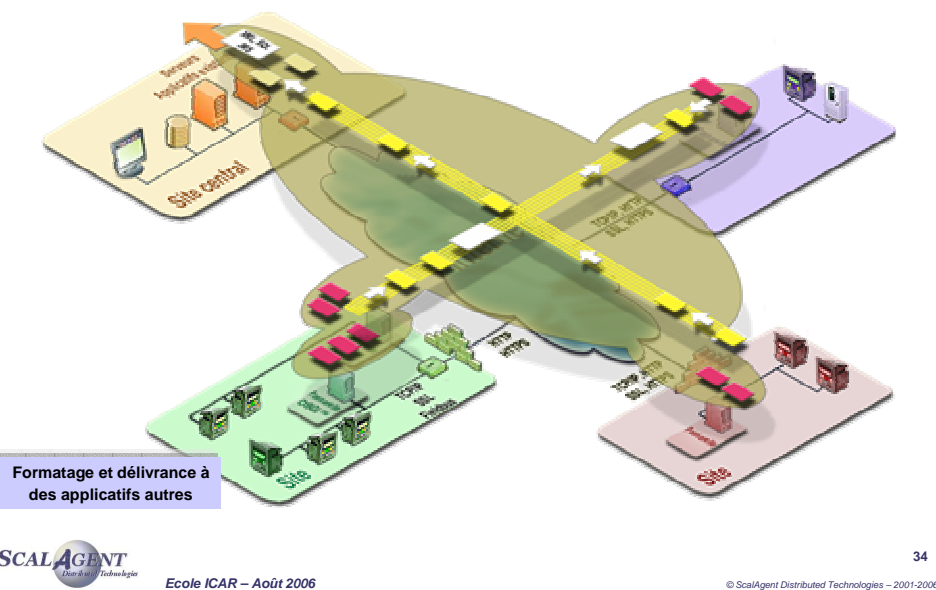
Fonctions de la médiation



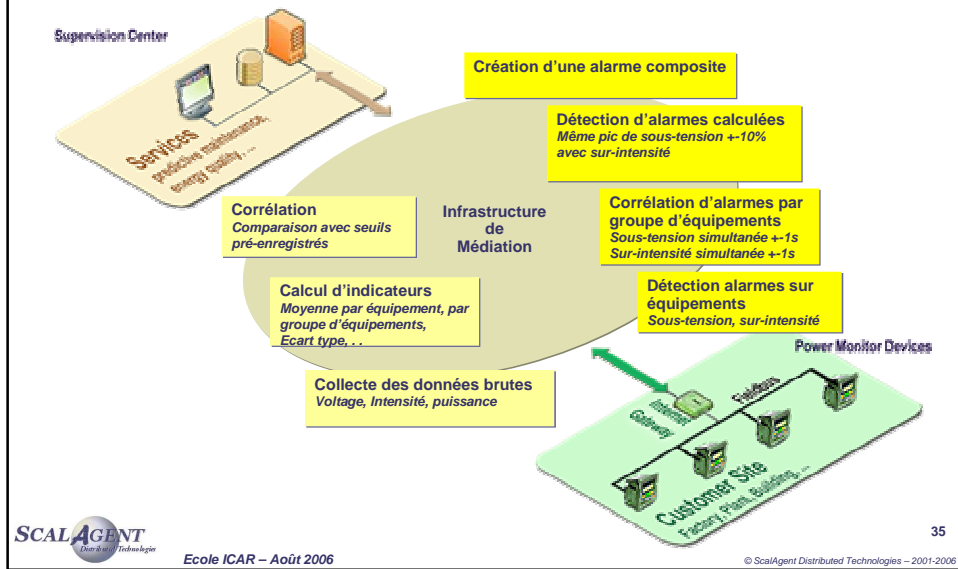
Fonctions de la médiation



Fonctions de la médiation



Exemple de scénario de médiation



Architecture technique

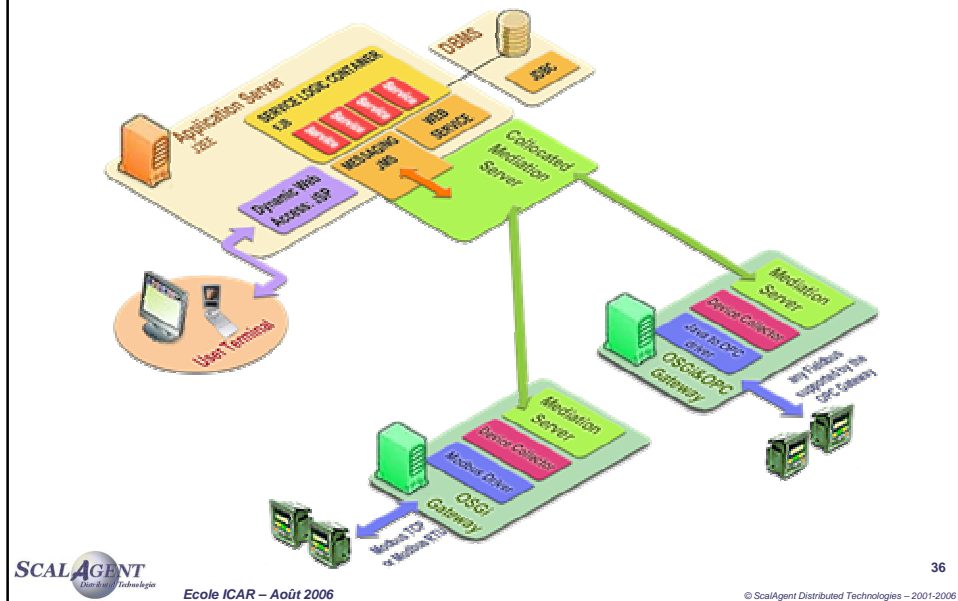
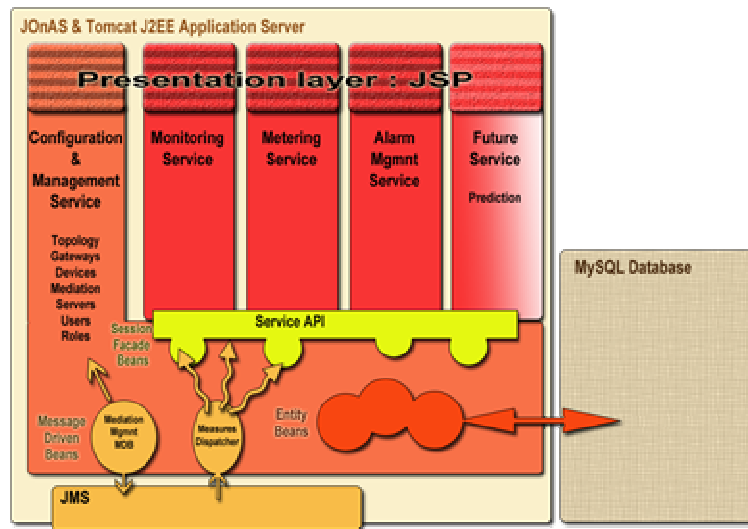


Plate-forme de services



Environnement de développement

- ☞ **Services métiers et services d'administration**
 - EJB et Servlets
 - Chaîne de développement J2EE : JonAS, Eclipse, Lomboz, Xdoclet, Ant, . .
- ☞ **Médiation : modèle de programmation**
 - Composants de médiation :
 - Connecteurs physiques : un par interface d'accès à un type d'équipement
 - Acquisition et contrôle : un par équipement
 - Traitement de données : filtres, transformation, agrégation, corrélation, etc.
 - Intégration (liaison avec le SI) : JMS, JDBC, Web Services
 - Flots de médiation :
 - Chaîne d'acquisition de données depuis un ensemble d'équipements
 - Assemblage de composants

SCALAGENT ADE : description des

The screenshot shows the Visual XOLan interface. On the left, a 'Components repository' lists several components: FileMonitor, Transformer, TransformerAgent, OutputAgent, FilterAgent, and TransformerAgent. The 'FileMonitor' component is selected. In the center, the 'Interface: FileMonitorType' is displayed, showing a 'FileMonitor' component. On the right, the 'Properties' window for 'FileMonitorType' is open, showing a table of properties.

Name	Type	Editor Class	Alterable
location	java.lang.String	fr.dyade.aaa.beans.editors.StringEditor	<input checked="" type="checkbox"/>
rawFileName	java.lang.String	fr.dyade.aaa.beans.editors.StringEditor	<input checked="" type="checkbox"/>
streamingWindow	java.lang.Integer	fr.dyade.aaa.beans.editors.IntegerEditor	<input checked="" type="checkbox"/>
pollingPeriod	java.lang.Integer	fr.dyade.aaa.beans.editors.IntegerEditor	<input checked="" type="checkbox"/>

Annotations in yellow boxes:

- Services requis**: Points to the 'FileMonitorType' interface.
- Service Fourni**: Points to the 'FileMonitor' component in the repository.
- Implémentation du composant**: Points to the 'FileMonitor' class name in the 'Java class name' field.
- Propriétés fonctionnelles ou non fonctionnelles**: Points to the 'Properties' table.

SCALAGENT Distributed Technologies Ecole ICAR - Août 2006 © ScalAgent Distributed Technologies - 2001-2006 39

SCALAGENT ADE : assemblage de composants

The screenshot shows the WebPortal AF interface. On the left, a tree view shows the 'AnalysisChain' structure: AnalysisChain > LogAnalyser > AcceptCounter, Filter, Monitor, Reporter, RejectCounter, LogProducer. The main window displays a diagram of component instances and their interconnections. A 'Monitor' instance is connected to a 'Filter' instance, which is connected to an 'AcceptCounter' instance, which is connected to a 'Reporter' instance. A 'RejectCounter' instance is also connected to the 'Reporter' instance. Annotations in yellow boxes:

- Interconnexion**: Points to the connections between component instances.
- Instances de Composants**: Points to the individual component instances in the diagram.

SCALAGENT Distributed Technologies Ecole ICAR - Août 2006 © ScalAgent Distributed Technologies - 2001-2006 40

SCALAGENT ADE : Configuration et

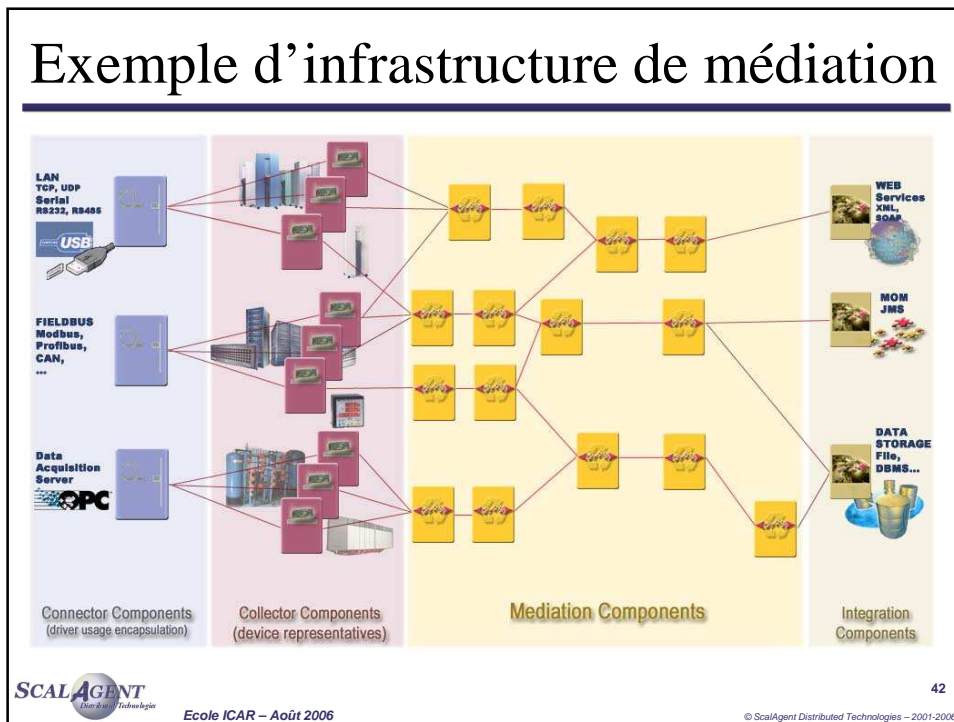
The screenshot displays the ScalAgent ADE configuration tool. On the left, a tree view shows the configuration hierarchy for 'local stats analysis', including components like 'NetWail monitor', 'reporter', and various filters and counters. The main workspace shows a flow diagram where data from the 'NetWail monitor' passes through an 'Initial IP filter' and an 'Initial duplicator' to a 'reporter'. Other paths involve 'attack filter', 'injection filter', 'reject filter', and 'traffic filter' leading to 'attack counters', 'connection counters', 'reject counters', and 'traffic counters' respectively. A 'NetWail monitor properties' window is open on the right, showing settings such as 'location: localPersistentServer', 'systemName: ExecLocal', and 'refreshPeriod: 3600'.

SCALAGENT
Ecole ICAR – Août 2006

© ScalAgent Distributed Technologies – 2001-2006

41

Exemple d'infrastructure de médiation



Environnement d'exploitation

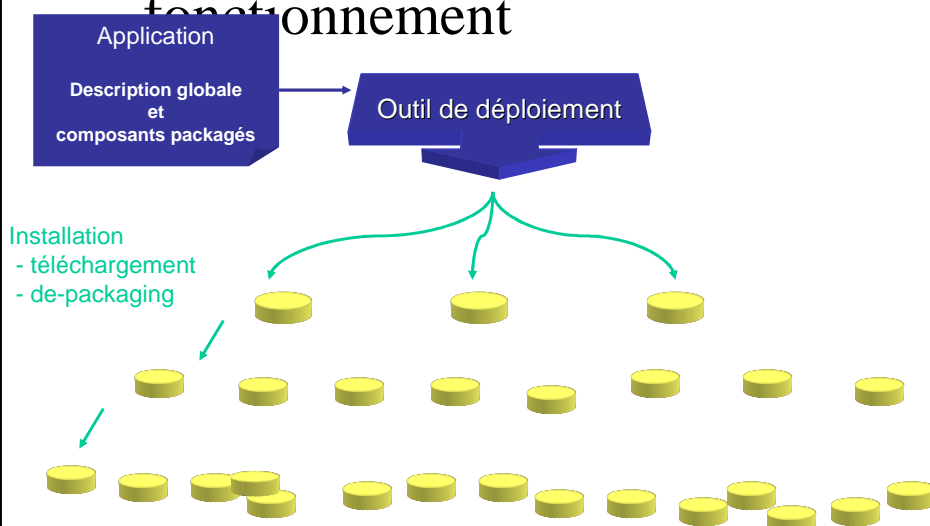
☛ Déploiement de l'infrastructure de médiation

- Installation, configuration et activation des composants de médiation
- Processus hiérarchisé, asynchrone et 'atomique'
 - Contrôle centralisé depuis une console d'administration
 - Gestion des erreurs : pannes, déconnexion temporaire, ressources indisponibles sur un site, configuration erronée, etc.

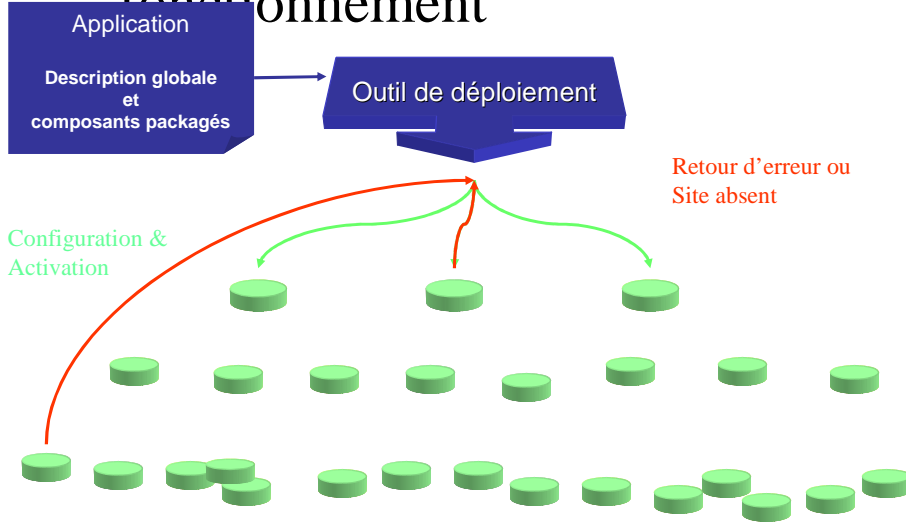
☛ Supervision et contrôle de l'infrastructure

- Équipements, passerelles, serveurs de médiation
- Détection et remontée d'incidents, indicateurs de performance

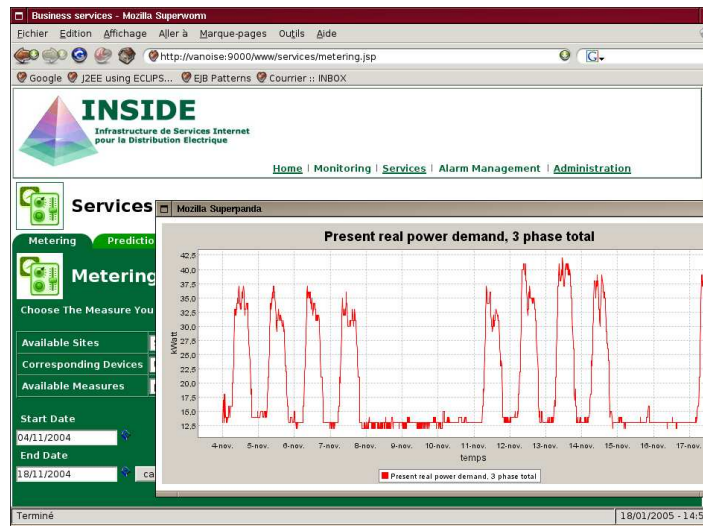
Déploiement : principe de fonctionnement



Déploiement : principe de fonctionnement



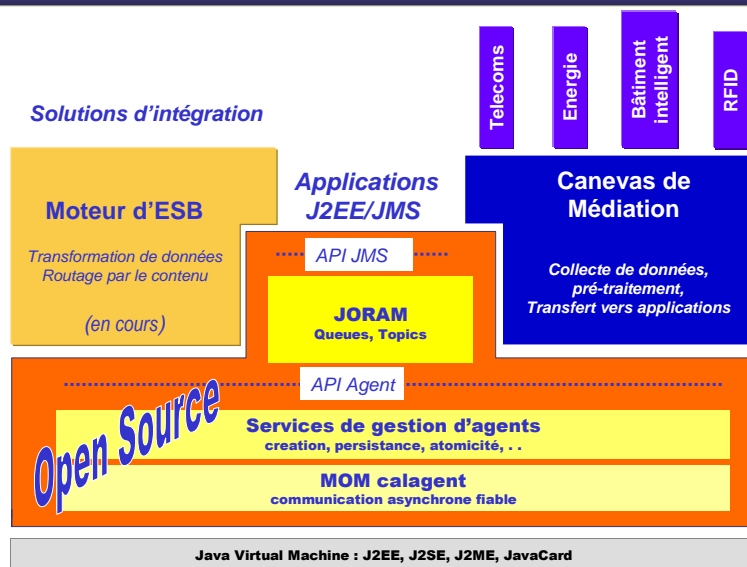
GUI Metering



Bilan et perspectives

- ☞ **Les briques technologiques**
- ☞ **Synthèse des fonctions disponibles**
- ☞ **Applications de gestion d'énergie**
 - Distribution électrique
 - Gestion intelligente de l'énergie (résidentiel et bâtiment intelligent)
 - Systèmes de production industriels

Briques technologiques



Synthèse des fonctions (1/3)

Infrastructure de médiation

- Canal de communication distribué entre sites de médiation
 - Asynchrone et persistant, avec garantie de délivrance des messages
 - Protocoles réseaux: TCP/IP ou HTTP
 - Sécurité : cryptage par SSL, gestion des pare-feux
- Support de traitement Java distribué
 - Structure d'accueil de composants Java (Agents de médiation)
 - Reprise après pannes (traitements atomiques)
 - Mise en œuvre sur plate-forme OSGi
- Structure d'administration distante
 - Installation, déploiement, désinstallation, redéploiement.
 - Ajout et suppression de sites de médiation
- Pré requis technique
 - Java JDK 1.2, OSGi, TCP/IP
 - Support de stockage persistant pour la garantie de délivrance et la reprise après panne.

Synthèse des fonctions (2/3)

Kit de développement

- Framework de médiation
 - Cadre de développement pour « drivers »
 - Cadre de développement pour des collecteur d'équipements
 - Objets de médiation
 - Cadre de développement
 - Fonctions de routage, transformation, calcul : filtres, corrélateurs, conditions, échantillonnage,
 - Objets d'intégration
 - Cadre de développement
 - Connecteurs standards : Fichier XML, JMS
- Outils de développement
 - Designer : outil graphique d'aide à la définition de flots
 - Assemblage des objets du framework pour tester des configurations et fabriquer des flots
 - API de création de services métiers serveurs
- Pré-requis : Java 1.2

Synthèse des fonctions (3/3)

☞ Outils d'Administration centralisé

- Fonctions
 - Gestion des configurations (équipements, passerelles, sites géographiques, utilisateurs, flots de médiation)
 - Contrôle du cycle de vie de la médiation (installation, démarrage, reconfiguration, arrêt, désinstallation)
 - Référentiel contenant les types d'objets disponibles
 - Types de serveurs, de passerelles, d'équipements, de flots de médiation, ...
- Pré requis techniques
 - Serveur J2EE (JOnAS), base de données SQL (MySQL, PostgresSQL)
 - Connexion avec la médiation via JMS

Applications de gestion d'énergie

☞ Distribution Électrique (projet RNTL INSIDE)

- Drivers OPC et Modbus, collecteur d'équipements Modbus (Schneider Electric, MGE/UPS)
- flots de médiation orientée distribution électrique (détection disjonction, détection d'alarme, échantillonnage de valeurs électriques,...)
- Services métier J2EE : alarmes (complexes), metering

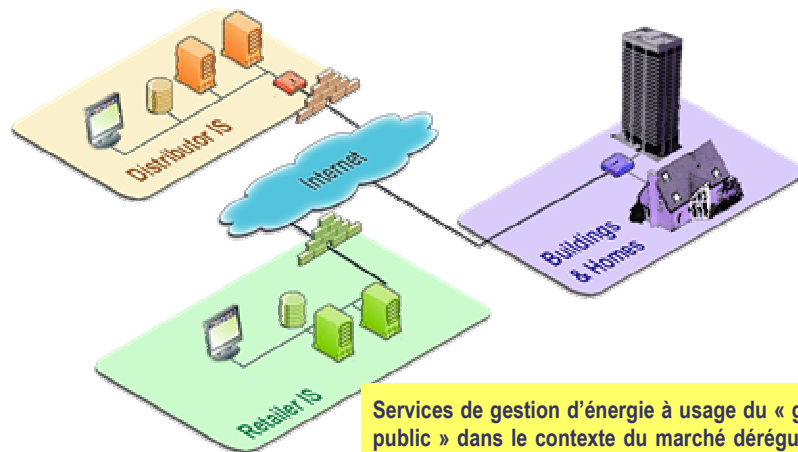
☞ Gestion de production (projet ITEA S4All)

- Systèmes embarqués sur passerelle industrielle (PLC : 16 MB RAM + 16 MB Flash)
 - JVM + OSGi + Joram + Médiation
- Collecte sur équipements de type « automate industriel »
- Flots de médiation pour le MES (Manufacturing Execution System)
- Couplage avec applications patrimoniales J2EE et .NET (usage de Web Services)

☞ Gestion intelligente de l'énergie

- projet SHOPS (ITEA)
- Projet SmartElectricity (Minalogic-EmSoC)

Contexte de SHOPS



Gestion intelligente de l'énergie

Infrastructure de médiation

- Passerelle domotique (à ressources limitées)
- Plug&Play et autoconfiguration des passerelles, Protocole HTTPs

Kit de développement

- Collecteurs pour équipements résidentiels
- Flots de médiation pour : mesure différenciée de consommation, contrôle/commande domotique et facturation
- Connecteur d'intégration par Webservice

Outil d'administration

- découverte automatique des équipements / passerelles et Intégration du monitoring
- Personnalisation du service d'administration pour l'opérateur d'énergie

Conclusion

Projet M³ - Middleware for Machine to Machine

- Projet labellisé par le Pôle de compétitivité MINALOGIC
- Objectif : infrastructures logicielles pour le M2M
 - Intégration des équipements avec les systèmes d'information
 - Administration du parc d'équipements en réseau
- Résultats attendus
 - Solutions génériques (innovantes) sur les trois composantes :
 - Environnement d'exécution
 - Environnement de développement
 - Environnement d'exploitation
 - Validation sur des cas d'usage réels
 - Gestion d'énergie : SmartElectricity
 - Santé : Care@Home
 - Services résidentiels multimédia

Mots clés

Composants, Fractal
 Services, SOA
 J2EE, OSGi
 OS temps réel, MPSoC
 ADL dynamiques
 Administration autonome

La machine à agents

