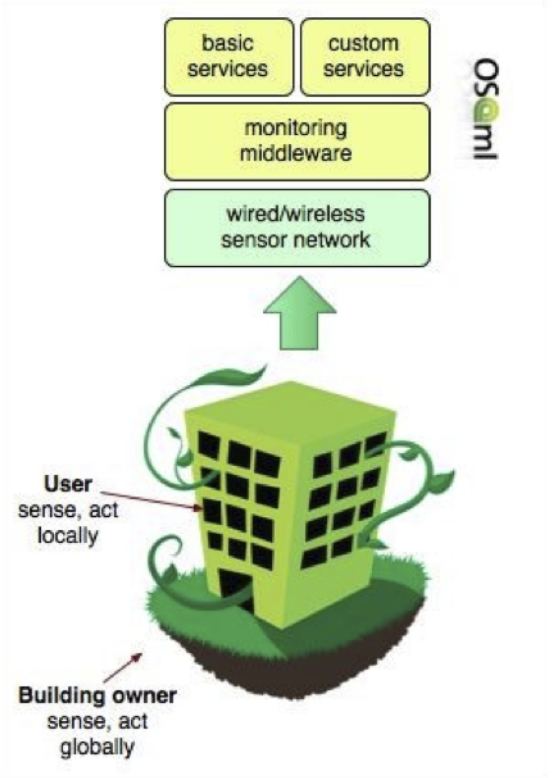
Approche orienté services pour la conception de noeuds de capteurs

François Revol
LCIS – équipe CTSYS
LIG – équipe ADELE
Francois.Revol@imag.fr

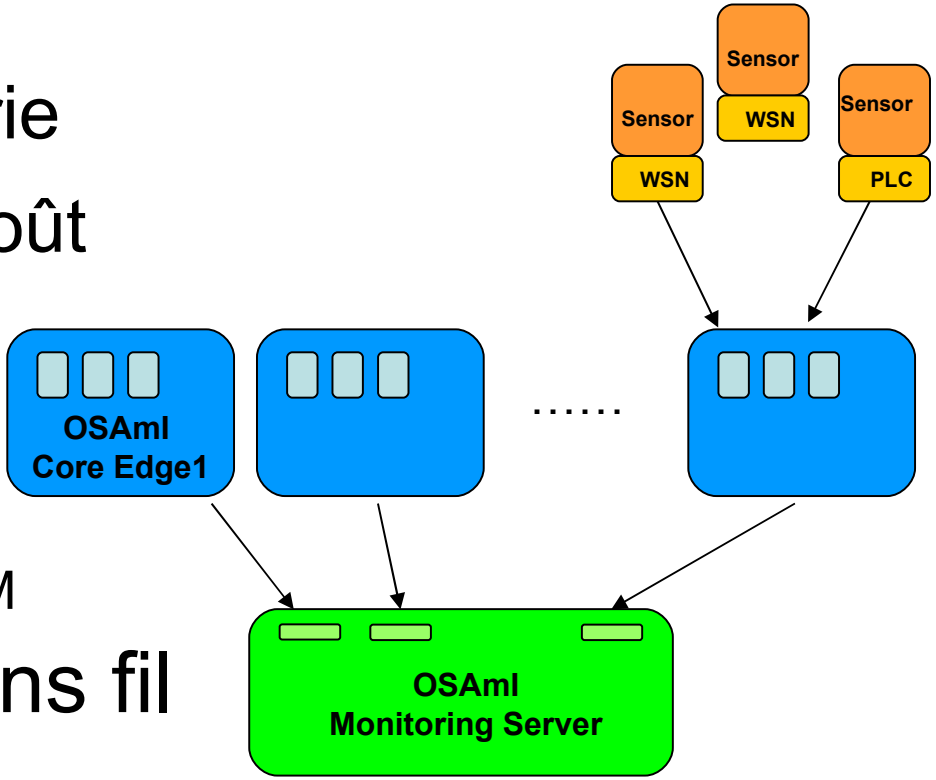
Contexte

- Projet européen OSAmI-Commons
  - Open Source Ambient Intelligence Commons
- OSAmI-FR :
  Efficacité énergétique du bâtiment



Architecture réseau/middleware

- Nœuds de capteurs
  - Alimentés par batterie
  - µcontrolleur faible coût
    - Atmega128
      - 8bit, 1kB RAM
    - MSP430
      - 16bit cpu, 10kB RAM
- Liens faible débit sans fil ou CPL
- Passerelles connectées à un back-office

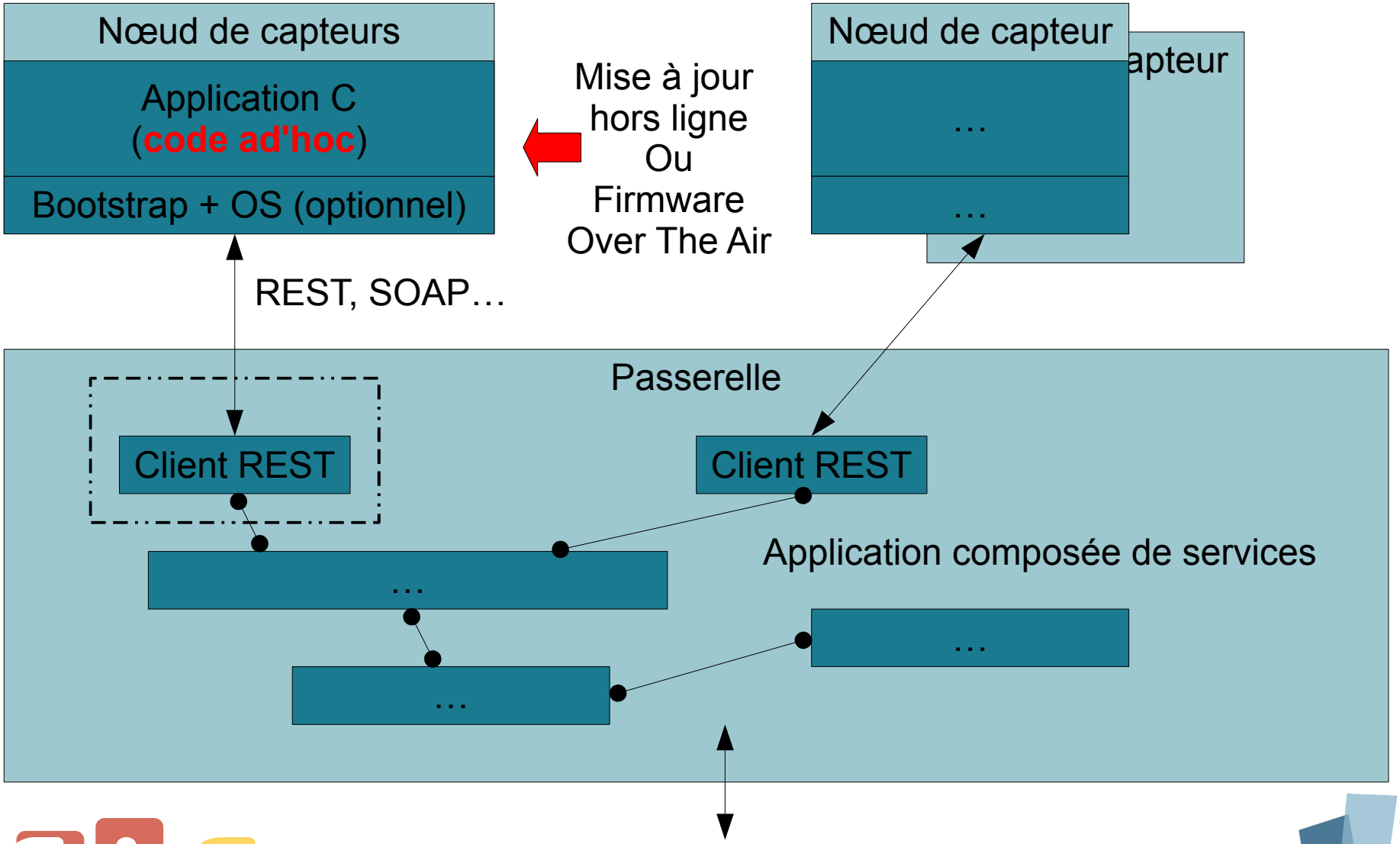


Plateforme pour nœuds de capteurs

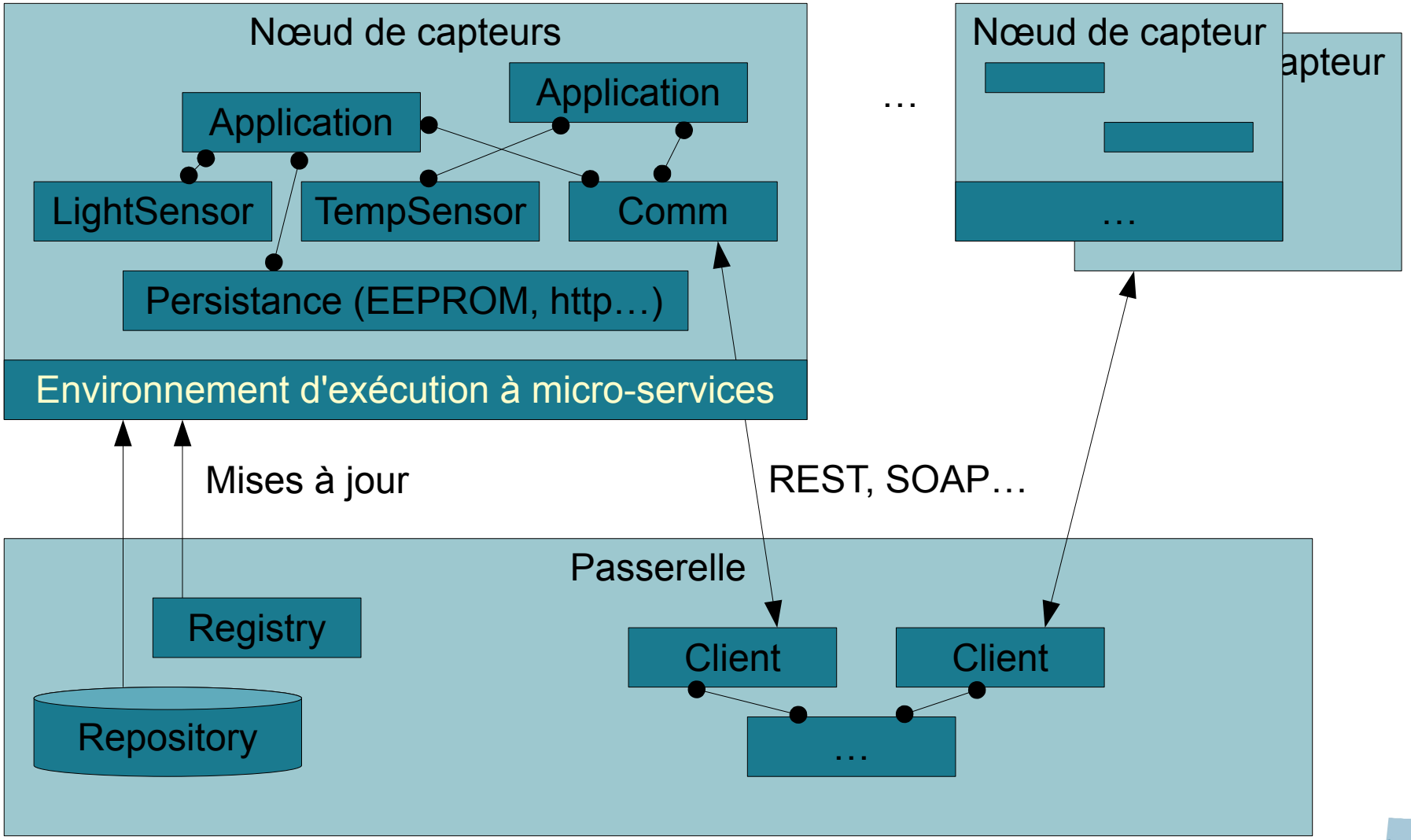
- Contraintes de coût
  - 8/16 bits (32 ?)
  - Taille de RAM déterminante (<16ko)
- Contraintes d'interopérabilité
  - 6LoWPAN (IPv6 sur IEEE 802.15.4)
  - Protocole applicatif orienté Web (Web of Things)
- Contraintes de maintenance
  - Faible consommation
  - Mise à jour à distance, portabilité

Architecture actuelle

Sensor as a service



Architecture visée :
Services on Sensor



Bénéfices attendus

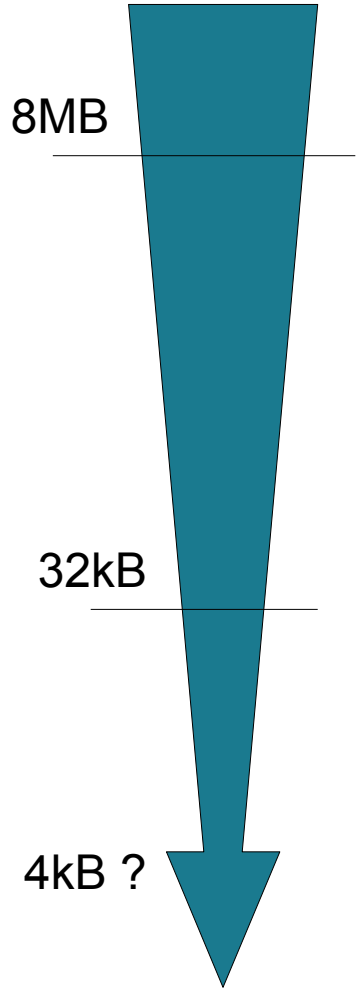
- Mise à jour partielle en ligne
  - Interruption de service minimale
- Segmentation du développement
- Niveau d'abstraction plus élevé
- Interopérabilité
- Réutilisation d'outils existants
- Facilitation du réemploi vers les cibles futures

OSGi™

- Framework Java pour la composition dynamiques de services
- Spécifie
  - Le déploiement
    - MAJ partielles
  - Le cycle de vie
  - La composition flexible des services
- Différentes implémentations
  - Apache Felix, Equinox (Eclipse, …), Concierge (R3)

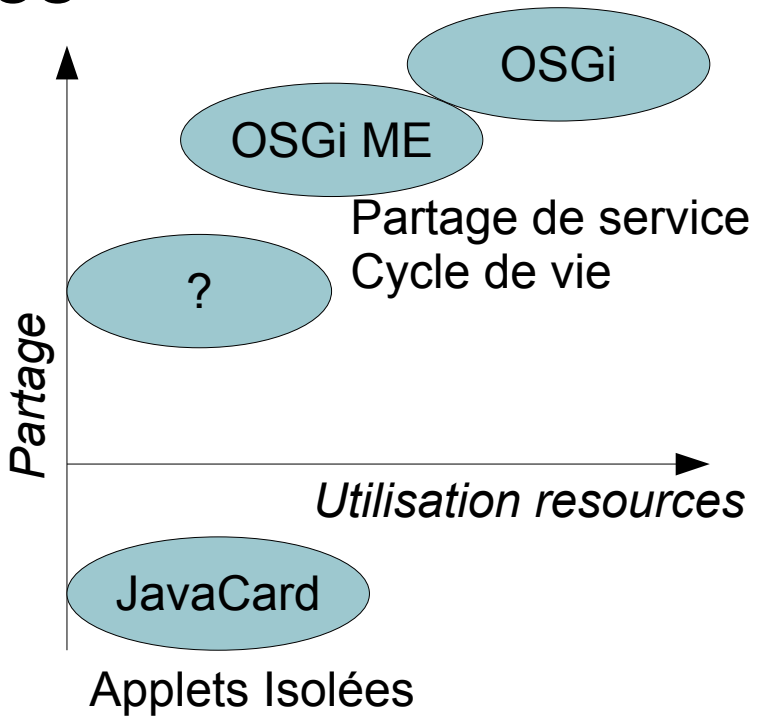
OSGi vers l'embarqué

- Concierge (R3), ProSyst mBS
  - Optimisé pour l'embarqué 32bit
  - Nécessite ClassLoader, HashMap, …
- Jadabs-CLDC sur MIDlets (2004)
  - Incomplet
- OSGi ME (RFP 126, 2009) : CLDC
- Cible plus petite ?



Verrous technologiques

- Consommation des ressources
  - Mémoire, énergie
- Mise à jour
  - Compatibilité binaire (.class ?)
  - Chargement dynamique
  - Réseaux bas débit non fiables
- Isolation, Sécurité
  - JavaCard = isolation stricte
  - Certification des sources



OS pour le très embarqué

- Très nombreux
  - Généralistes
  - Spécialisés
- SOS, MANTIS OS…
- TinyOS
  - Architecture à composants (nesC)
- Smews [Duq09]
  - Spécifique (httpd)
- Contiki
  - Écrit en C
  - Protothreads
  - Chargement ELF dynamique [Dun06]
  - uIPv6 (Certifié Cisco)
  - Contiki Virtual Machine
    - Abandonnée

JVM pour le très embarqué

- JavaCard 2.0
  - Isolation forte car cible les cartes à puce
  - Chargement de CAPlets concurrents hors-ligne
- JavaCard 3.0
  - Réseau, web servlets, mais CLDC, 32 bits, 24ko
- Nombreuses (J)VM issues de la recherche
  - LeJOS (TinyVM), JITS, SimpleRTJ, TakaTuka, …
    - Chacune ayant une API spécifique d'accès aux capteurs
  - Tentatives de chargement dynamique de bytecode

Darjeeling

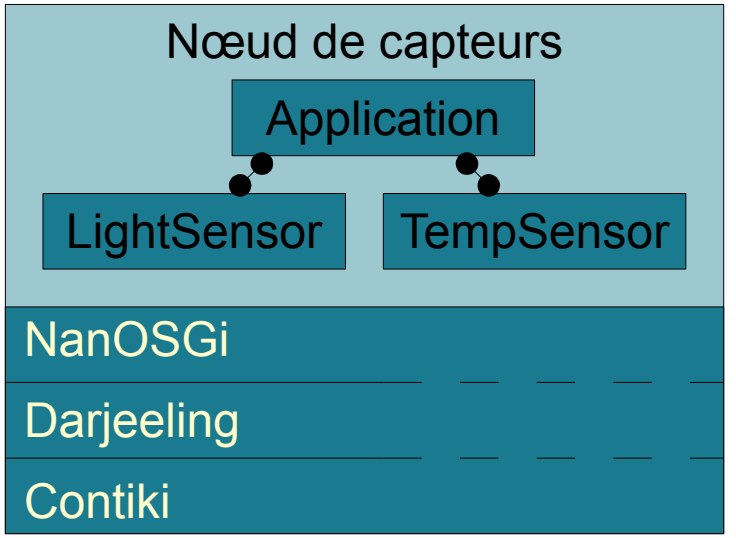
- Cibles : MSP430, Atmega128
- OS : Contiki, TinyOS, FOS
- Sous-ensemble de l'API Java
- Threads natives légères (pile = liste chaînée)
- Chargement dynamique (Infusions)
  - Édition de lien avant déploiement
    - Similaire au CAP JavaCard
    - Ordinaux (gain de place sur les noms : 50% à 80%)
    - Contraintes (~~ClassLoader~~, ~~réflexion~~, ~~introspection~~)

Contributions de Darjeeling [Bro09]

- Architecture 16 bits
  - Bytecodes optimisés pour les calculs 8 et 16 bits
- Garbage Collector fonctionnel
  - Absent de LeJOS, en option sur JavaCard 2.0
- Threads (Absent de JavaCard 2.0)
- java.lang.String
  - Utile pour REST/http, absent de JavaCard 2.0
- Testé avec 4ko de RAM
  - Collection Tree Protocol (multithreadé)

Prototype actuel (en cours)

- Première approche sur
  - Contiki (ou natif pour le debug)
  - Darjeeling
    - Ajout du type Class (contribué)
- NanOSGi
  - Sous-ensemble d'OSGi compatible source
  - Implémenté comme une bibliothèque (infusion)
  - Adaptations de l'infuser de Darjeeling
  - La passerelle stocke les bundles pour les nœuds



Problèmes rencontrés

- L'API OSGi contraint l'implémentation
  - Réflexion : utilisation du type Class
    - `bc.registerService(FooServIntf.class.getName(),…)`
    - Implique l'ajout du type Class dans Darjeeling
  - Impose ClassLoader comme mécanisme d'isolation
    - On choisit d'ignorer cette partie
- OSGi permettent des libertés d'importation
  - On impose des dépendances strictes
- Pas d'isolation par la VM
  - On se limite aux sources certifiées

Perspectives

- Intégration plus forte OS + VM + framework ?
- Pertinence du choix du modèle de composants
- Minimisation du code natif

Références

- Smews
  - [Duq09] S. Duquennoy, G. Grimaud & al. : Serving embedded content via Web applications: model, design and experimentation
  - Thèse de S. Duquennoy : Smews : un système d'exploitation dédié au support d'applications Web en environnement contraint

Références

- [Dun06] A. Dunkels & al. Run-Time Dynamic Linking for Reprogramming Wireless Sensor Networks (SenSys'06)
- [Bro09] N. Brouwers & al. Darjeeling, a feature-rich vm for the resource poor. (SenSys '09)
  - http://darjeeling.sourceforge.net/
- JavaCard 3.0 whitepaper
  - http://java.sun.com/javacard/3.0/javacard3_whitepaper.pdf

Références

- Jadabs-CLDC (IKS-ETHZ)
  - http://jadabs.berlios.de/jadabs-cldc/
- RFP 126 : OSGi ME: An OSGi Profile for Embedded Devices