

Technologies xTCA

Sommaire

- **Introduction aux standards xTCA**
 - ATCA[®] (Advanced Telecom Computer Architecture)
 - AMC[™] (Advanced Mezzanine Card)
 - μ TCA[™] (Micro Telecom Computer Architecture)
 - Standards complémentaires (IPMI, HPM.1, COM Express)

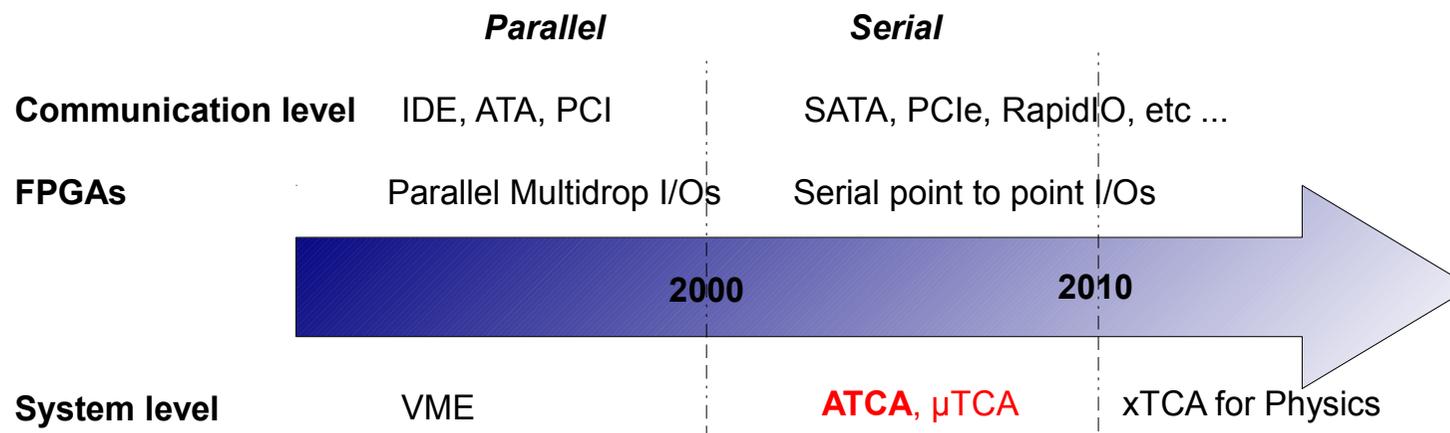
- **Nouveaux standards**
 - Rugged μ TCA[™]
 - xTCA[™] for physics

- **Développement logiciels associés**
 - SAF (Service Availability Forum)
 - OpenSAF (Open Service Availability Framework)

*ATCA[®] and AdvancedTCA[®] are registered trademarks of PICMG.
AMC[™], μ TCA[™] and xTCA[™] are trademarks of PICMG.*

Origine

Tendance de l'industrie :
Connexions parallèles deviennent sérielles



ATCA : premier standard à suivre cette tendance

- Créé en 2001 – supporté par un consortium de 220 industriels → PICMG
- Grande maturité par rapport aux autres standards
- Considéré comme le successeur du VME

PICMG

Standards développés par le PICMG

- PICMG = PCI Industrial Manufacturer Group
- Fondé en 1994, la mission originale du PICMG était d'adapter les technologies PCI aux applications télécom haute performance, médicales, militaires et industrielles
- Se consacre désormais à la spécification de **standards ouverts**, principalement orientés interconnexions.

Slot card single board computers	Compact PCI	xTCA	Divers
PICMG 1.0 PCI/ISA	PICMG 2.0 CompactPCI	PICMG 3.0 Avanced TCA Base	COM.0 Computer on Module
PICMG 1.1 PCI/ISA bridging	PICMG 2.1 CompactPCI Hotswap	PICMG 3.1 Avanced TCA Ethernet	CDG COM Design Guide
PICMG 1.2 PCI only	PICMG 2.2 CompactPCI VME64x	PICMG 3.2 Avanced TCA Infiniband	
PICMG 1.3 SHB Express	PICMG 2.3 CompactPCI PMC I/O	PICMG 3.3 Avanced TCA RapidIO	
	PICMG 2.4 CompactPCI IP I/O		
	PICMG 2.5 CompactPCI Telephony	AMC.0 AdvancedMC Mezzanine Module	
	PICMG 2.7 Dual CompactPCI	AMC.1 AdvancedMC PCI Express and AS	
	PICMG 2.9 CompactPCI Management	AMC.2 AdvancedMC Ethernet	
	PICMG 2.10 CompactPCI Keying	AMC.3 AdvancedMC Storage	
	PICMG 2.11 CompactPCI Power Interface	AMC.4 AdvancedMC Serial RapidIO	
	PICMG 2.12 CompactPCI Software Interoperability		
	PICMG 2.14 CompactPCI Multicomputing	IRTM.0 Intelligent Rear Transition Module	
	PICMG 2.15 CompactPCI PTMC	SFP.0 System fabric Plane	
	PICMG 2.16 CompactPCI Pcket Switching Backplane	SFP.1 iTDM	
	PICMG 2.17 CompactPCI Starfabric	HPI.1 HPPI.1	
	PICMG 2.18 CompactPCI RapidIO		
	PICMG 2.20 CompactPCI Serial Mash	MTCA.0 MicroTCA	
		MTCA.1 Air Cooled MicroTCA	
	EXP.0 CompactPCI Express		
		PICMG MTCA4.0 μ TCA (xTCA for Physics)	
		PICMG 3.8 ATCA RTM (xTCA for Physics)	

Motivations

Mécanique

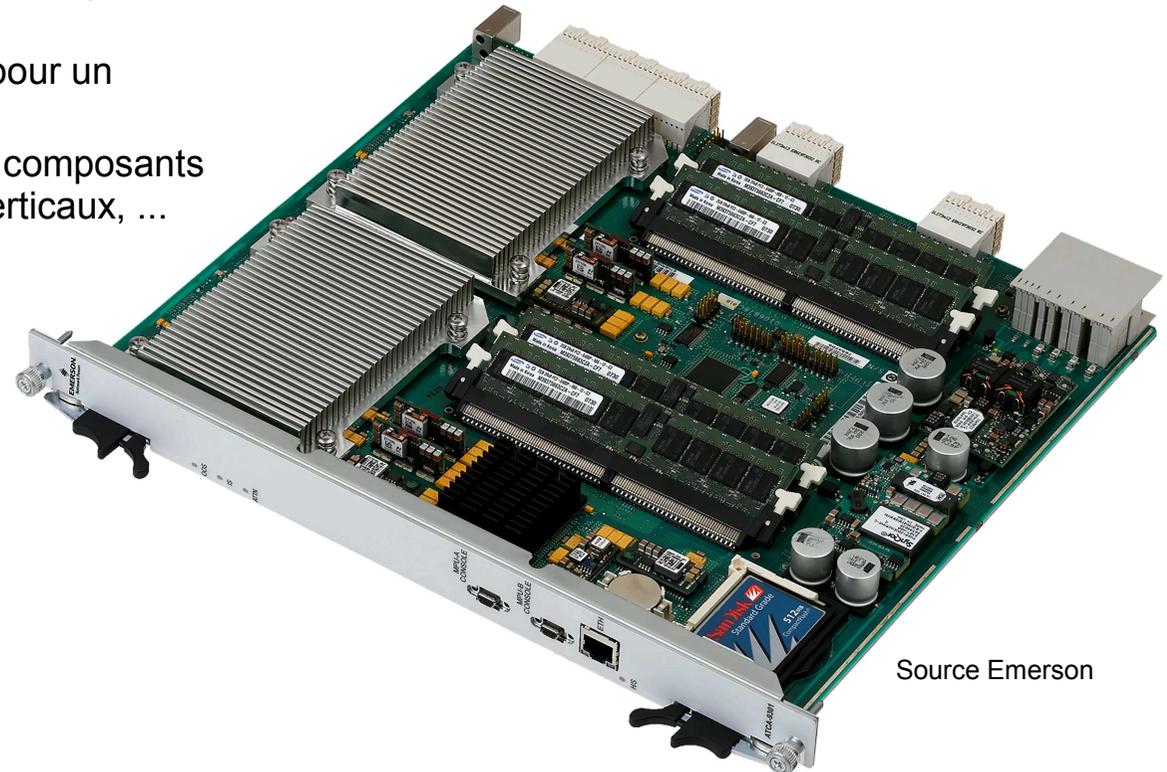
Fond de panier

Transport de données

Hardware Management

ATCA® : Motivation

- Réduire le temps et les coûts de développement
- Offrir un vaste choix de modularité et de configurations
 - ➔ Plusieurs tailles de châssis et de cartes
 - ➔ Bandes passantes sur fond de panier 1 Gbit/s, 10 Gbits/s, 40 Gbits/s selon des protocoles multiples
- Améliorer l'efficacité en volume
 - Cartes des anciens standards trop petites pour les applications émergentes
 - Espacement entre cartes trop faible pour un refroidissement efficace
 - ➔ Espacement augmenté pour supporter composants des 2 côtés, radiateurs, composants verticaux, ...



Source Emerson

ATCA[®] : Motivation

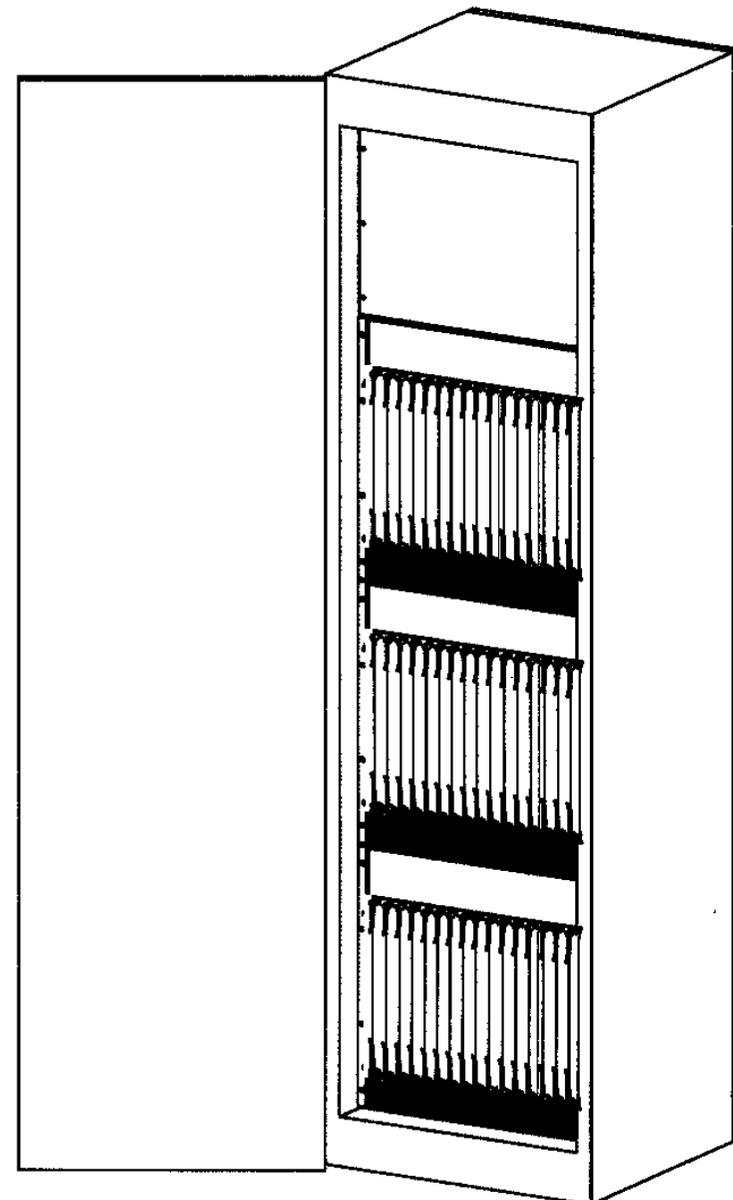
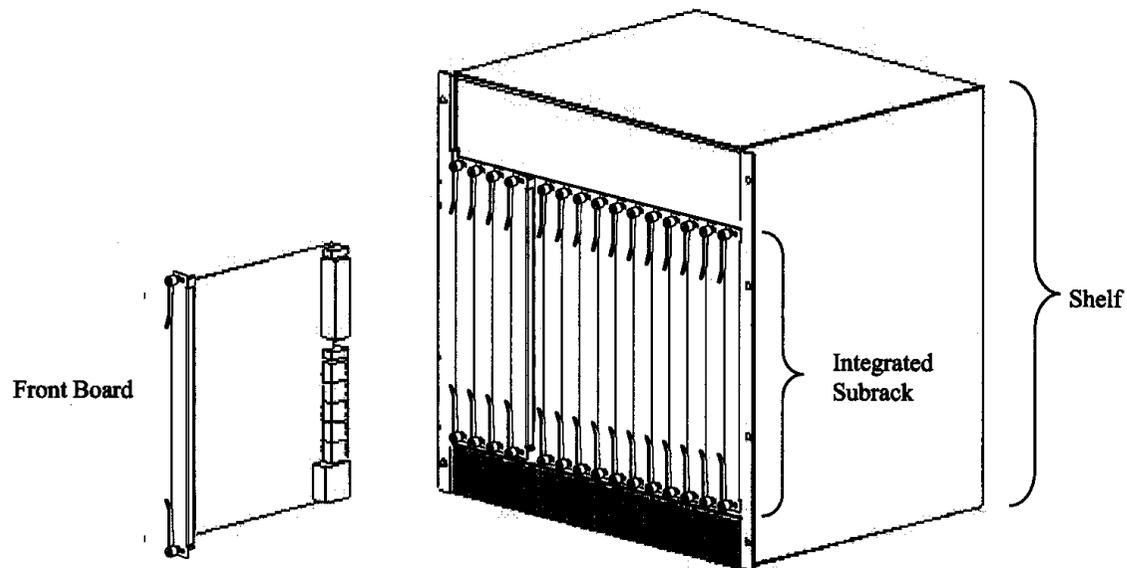
- **Améliorer la distribution des alimentations et leur contrôle**

- **Fournir un haut niveau de disponibilité de service : 99,999 % (= 5 minutes d'indisponibilité par an !!!)**
 - Fiabilité
 - **Redondance** à tous les niveaux de l'architecture
 - Robustesse de la conception mécanique
 - Disponibilité
 - Branchement sous tension (hot plug)
 - Possibilité de reconfiguration dynamique
 - Facilité de contrôle
 - Management complet du châssis
 - Inventaire des cartes, des capteurs, des capacités
 - Surveillance de l'état du système

ATCA[®] : Crates

Chassis

- Espacement entre cartes 30.48 mm
- Agencement typique
 - Jusqu'à 14 emplacements dans une armoire 19 "
 - Jusqu'à 16 emplacements dans une armoire 23" ou E1
- Place devant et derrière pour le passage des cables



ATCA[®] : implémentations

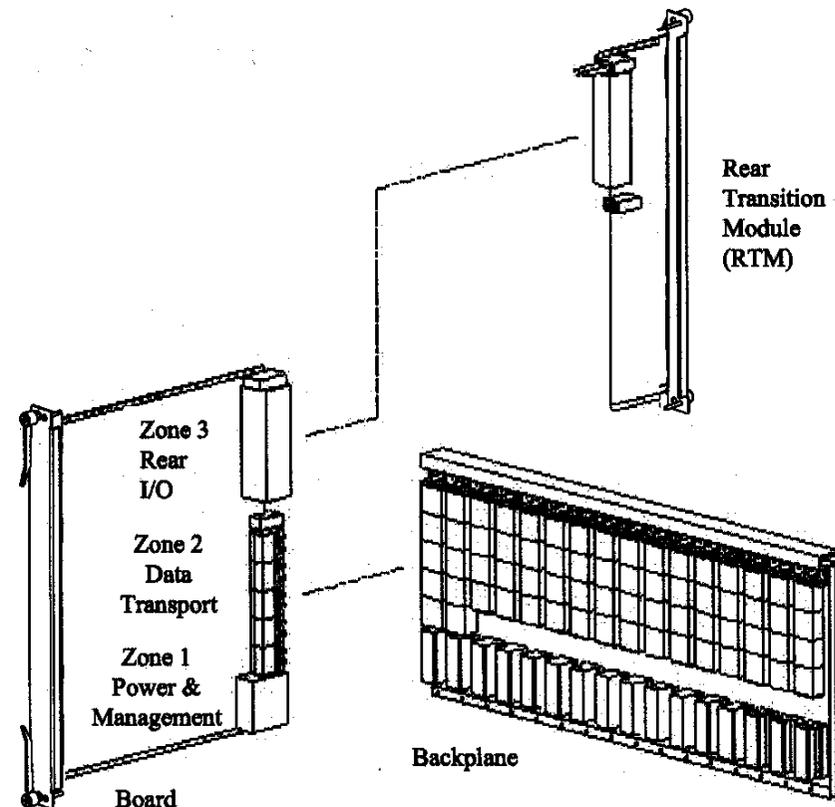
Vertical ou horizontal



ATCA[®] : Cartes

Cartes

- Dimensions 8U (322) x 280 mm
- 3 types de connecteurs
 - Zone 1 : Alimentation et signaux de service
 - Zone 2 : Transport de données
 - Zone 3 : Entrées/Sorties
- Carte de transition arrière (RTM)
 - optionnelle



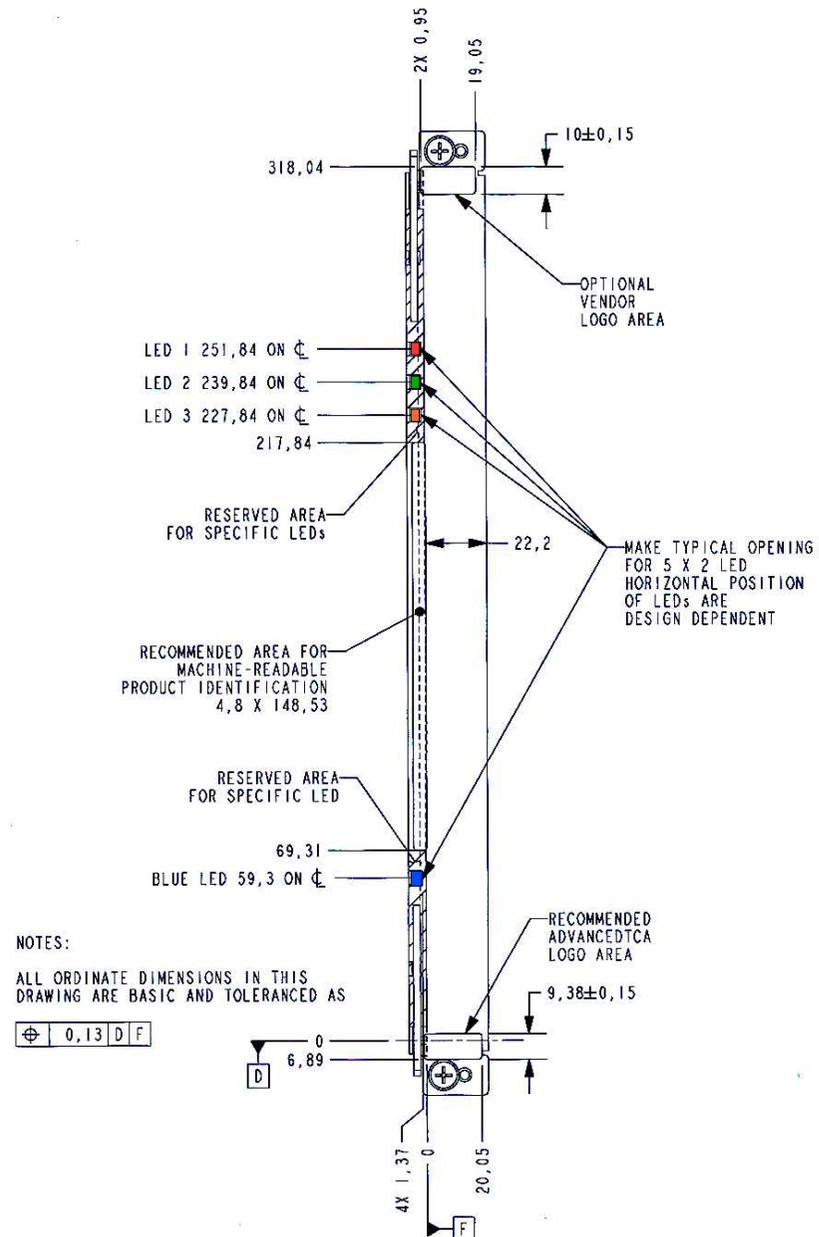
ATCA[®] : Faces avant et arrière

Faces avant

- Implantation définie par la norme
- 4 Leds
 - 2 obligatoires contrôlées par l'IPMC (Intelligent Platform Management Controller)
 - 2 définies par l'utilisateur

Faces arrière cartes de transition

- idem



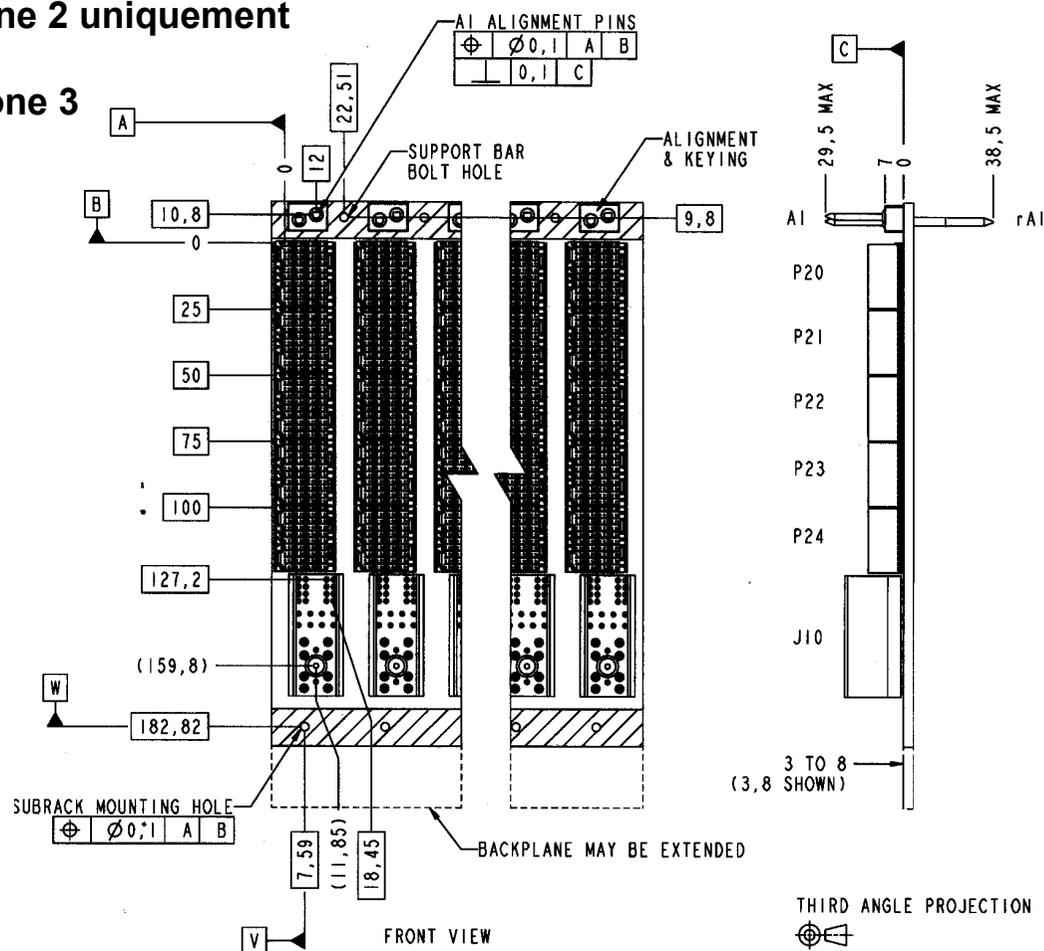
ATCA[®] : Fond de panier

Plusieurs géométries

- Entre 2 et 16 emplacements
- Standard : inclut connecteurs Zone 1 et Zone 2 uniquement
- Ou bien monolithique : inclut également Zone 3



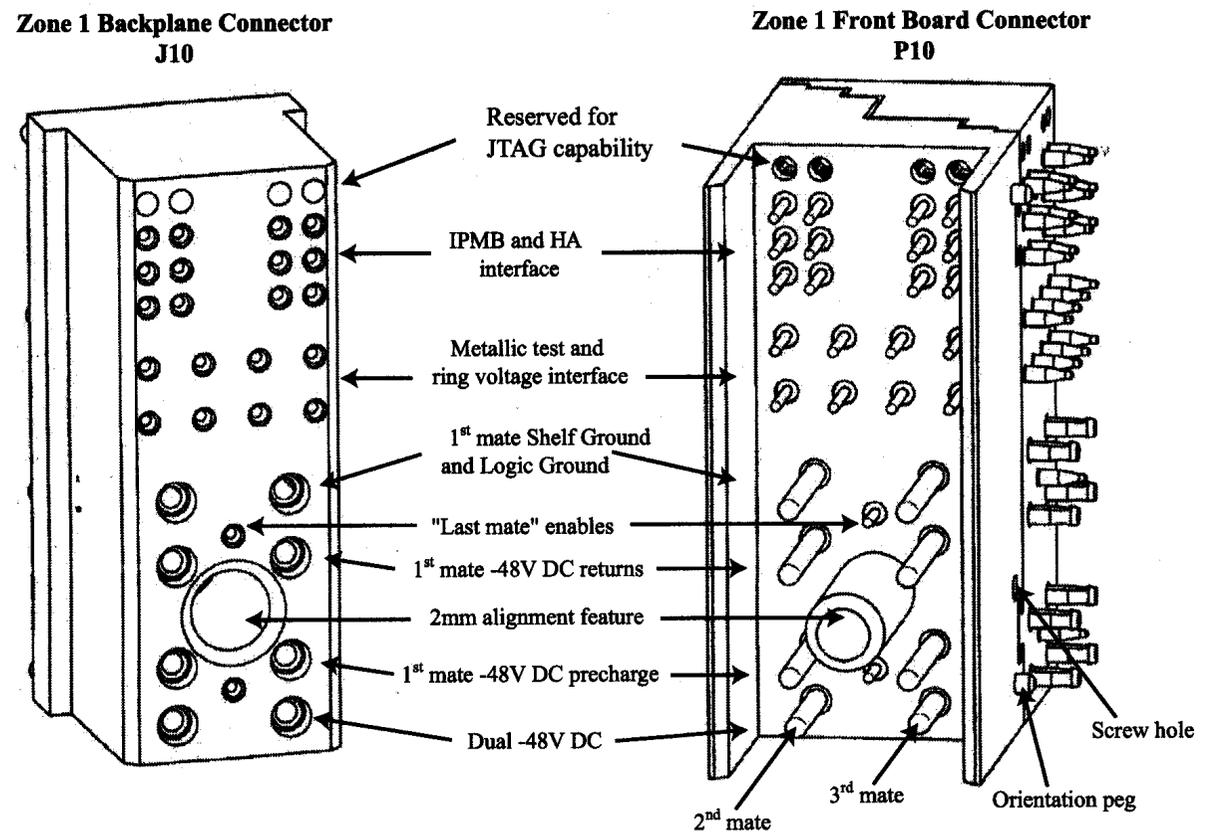
Source Schroff



ATCA[®] : connecteurs

Zone 1

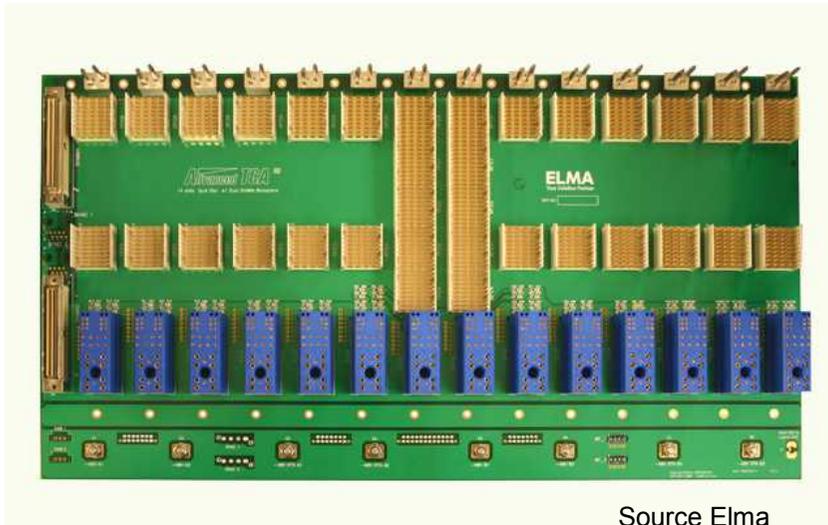
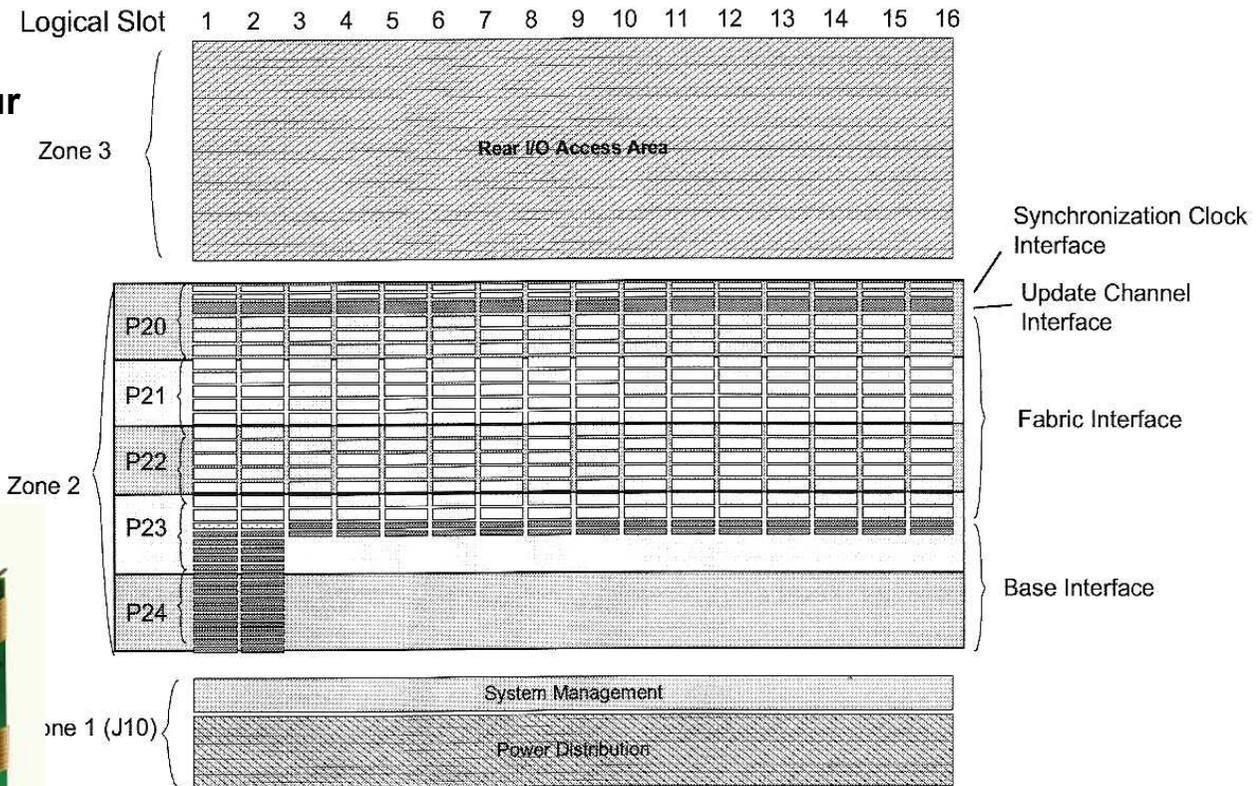
- Double alimentation redondante -48V
- Bus de contrôle IPMB pour Hardware Platform Management (HPM)
- Hardware Addressing (HA)
 - HA[6..0] + parité
- 4 niveaux de contacts séquentiels pour l'insertion sous tension
- Eventuellement JTAG



ATCA[®] : connecteurs

Zone 2

- Jusqu'à 5 connecteurs par carte
- 40 paires différentielles par connecteur
- 4 interfaces de transport de données :
 - 64 paires pour le *Base Interface*
 - 6 paires pour le *Synchronization Clock Interface*
 - 120 paires pour le *Fabric Interface*
 - 10 paires pour le *Update Channel Interface*

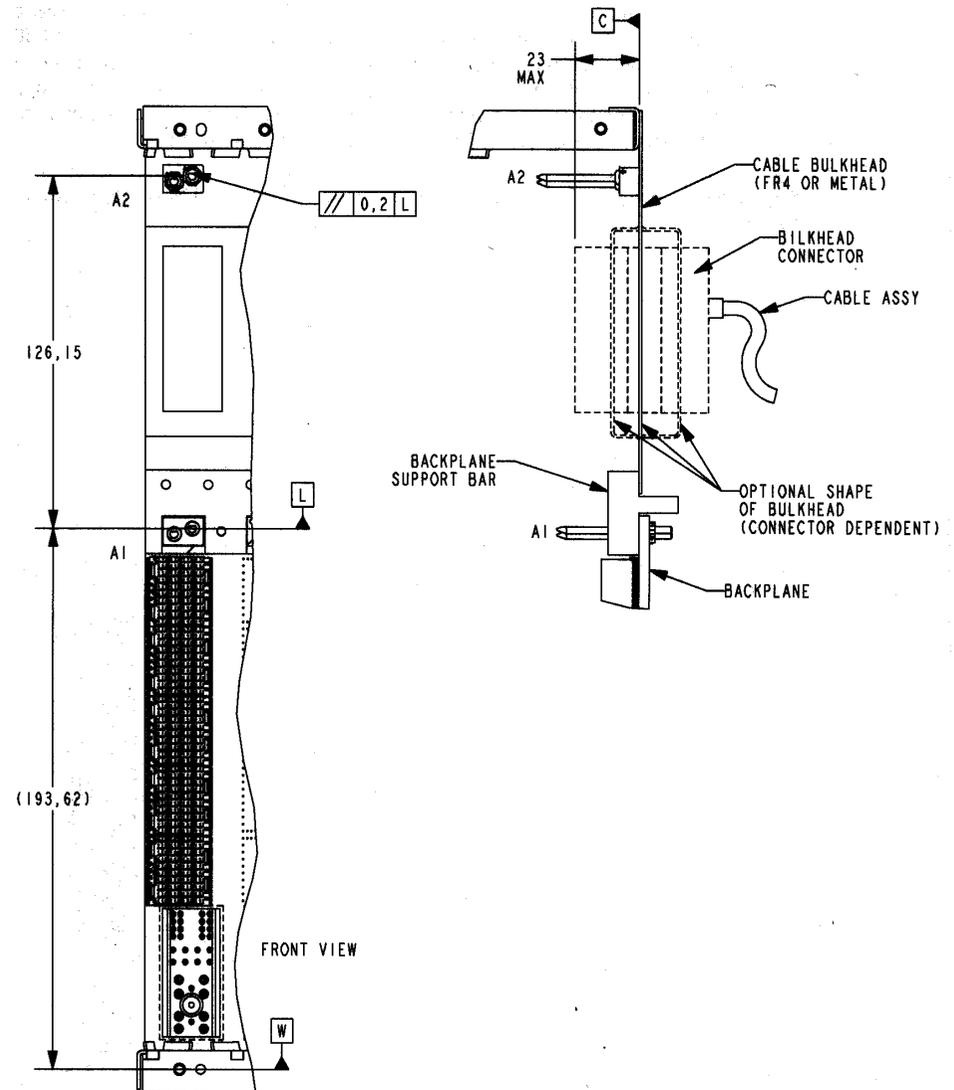


Source Elma

ATCA[®] : connecteurs

Zone 3

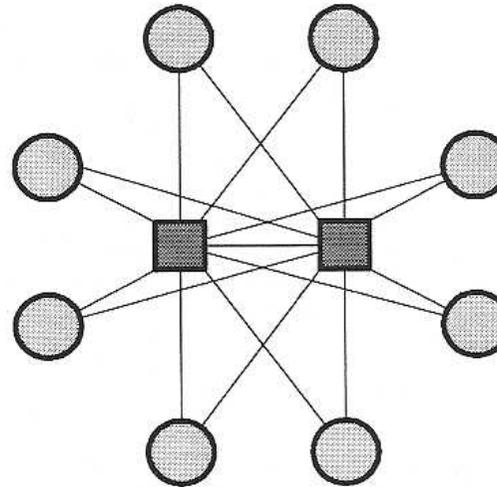
- Signaux d'entrées-sorties définis par utilisateur
- 4 types de connexions possibles :
 - directe par câble
 - via un module de transition (RTM)
 - par un backplane dédié ou bien par une prolongation du backplane Z1/Z2
 - aucune !
- Le type de connecteur est libre !



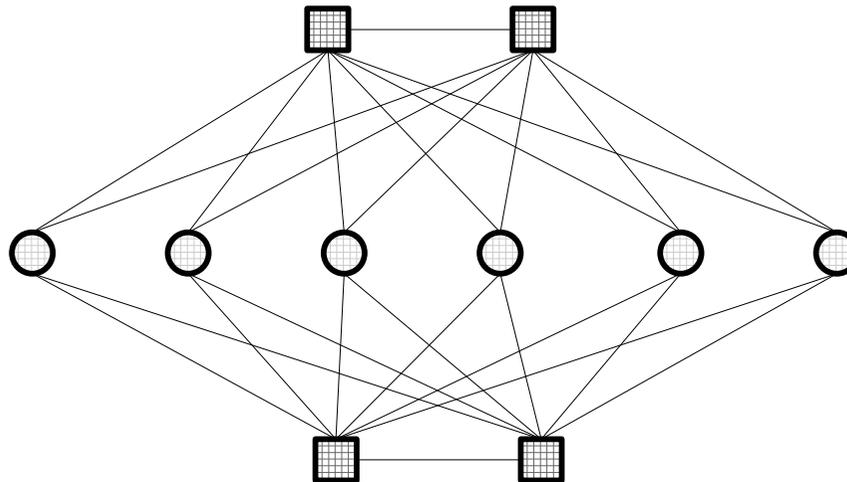
ATCA[®] : Transport de données

Topologies autorisées

- En double étoile (dual star)



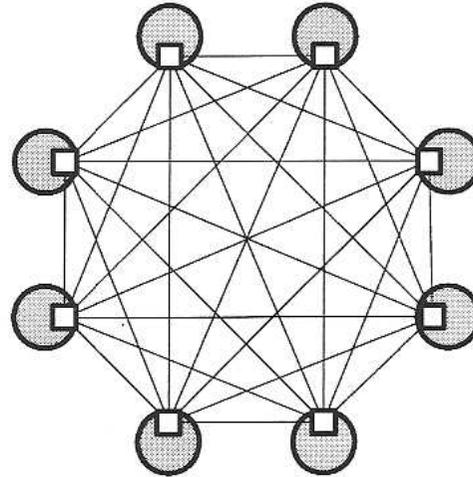
- En double double étoile



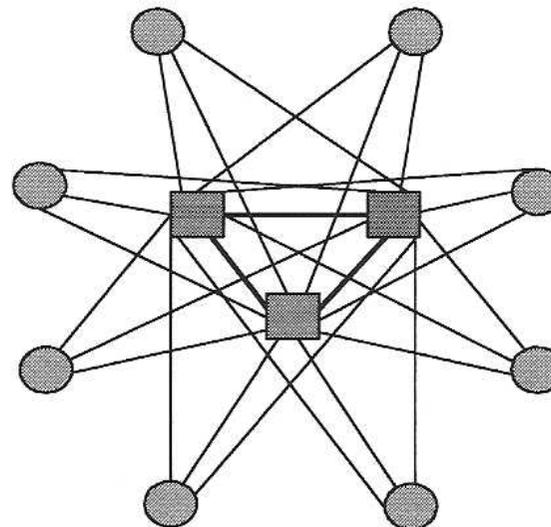
ATCA[®] : Transport de données

Topologies autorisées

- Maillage (Full Mesh)



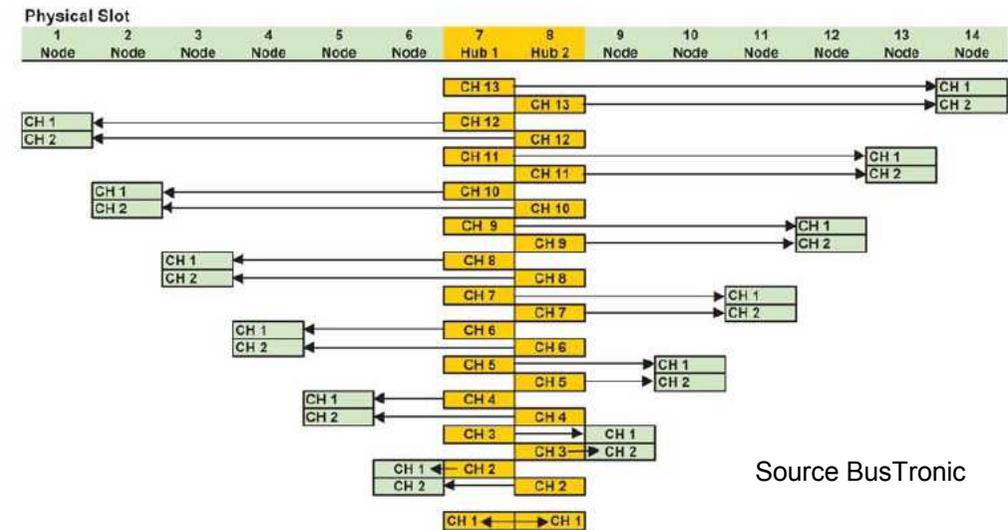
- **Multiplan (Multi-plane)**
 - N Nœuds de communication
 - Connexion noeuds = mesh



ATCA[®] : Transport de données

Base interface

- Destiné à supporter connexions Ethernet de type 10/100/1000Base-T
- Toujours configuré en dual star
- Utilisé pour
 - Configuration, contrôle, monitoring,
 - Mise à jour logicielles,
 - OS remote boot,
 - ...
- 16 channels de 2 ports de 2 liaisons différentielles sur chaque hub (64 paires différentielles)



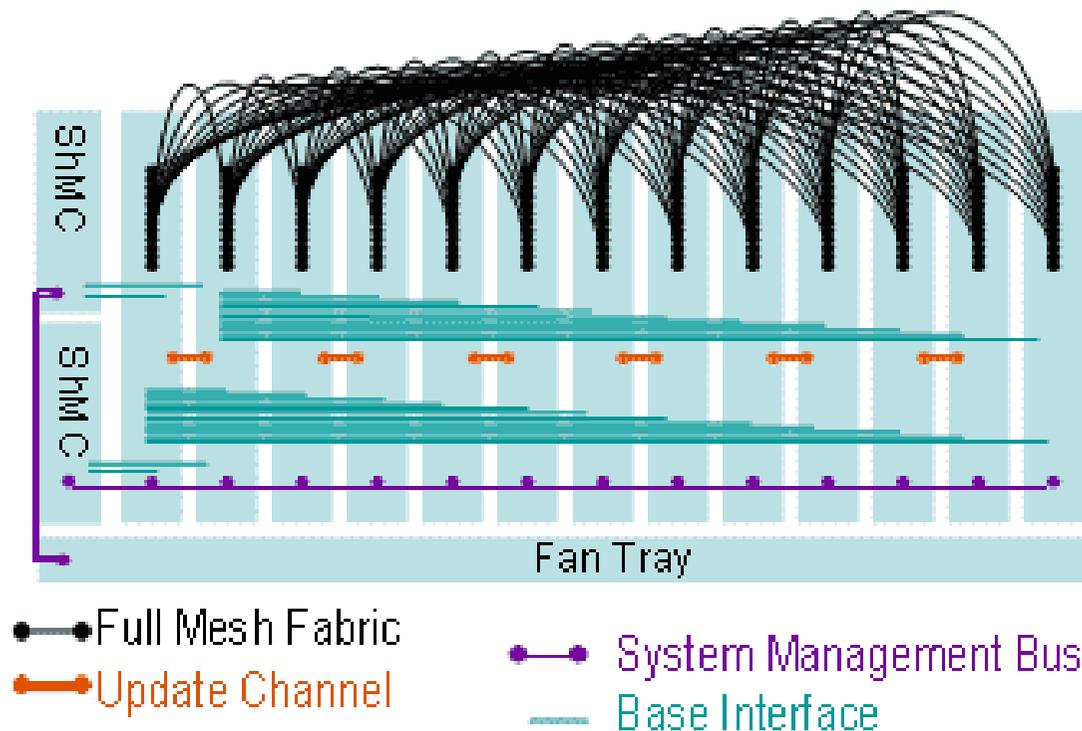
Synchronization clock interface

- Composé de 3 bus d'horloges redondants
- Chaque carte peut :
 - être une source d'horloge (mode maître)
 - ou recevoir une horloge de synchronisation (mode esclave)

ATCA[®] : Transport de données

Update channel interface

- 10 paires différentielles entre 2 cartes consécutives
 - Destiné échanger des informations d'état dans les systèmes redondants
- Implémentation optionnelle sur les cartes
- Standard de communication non imposé



ATCA[®] : Transport de données

Fabric interface

- **Principale structure de transport de données du standard ATCA[®]**
- **15 channels de communication sur chaque carte**
 - 1 channel = 4 ports de 2 liaisons différentielles
 - Chaque paire peut fonctionner à 3.125 Gbits/s (version actuelle du standard) ou à 10 Gbits/s (extension)
 - Appellations courantes : 10G ou 40G
- **Topologies : Dual star, dual dual star, full mesh, ...**
- **Définit les interconnexions physiques et électriques mais pas le protocole**
 - N'importe quel standard de communication fonctionnant sur paire différentielle 100 Ohms peut être utilisé ...
- **Mais quelques standards font l'objet d'une standardisation d'implantation :**
 - Ethernet and fibre channel (PICMG 3.1)
 - Infiniband (PICMG 3.2),
 - StarFabric (PICMG 3.3),
 - PCI Express (PICMG 3.4)
 - RapidIO (PICMG 3.5)

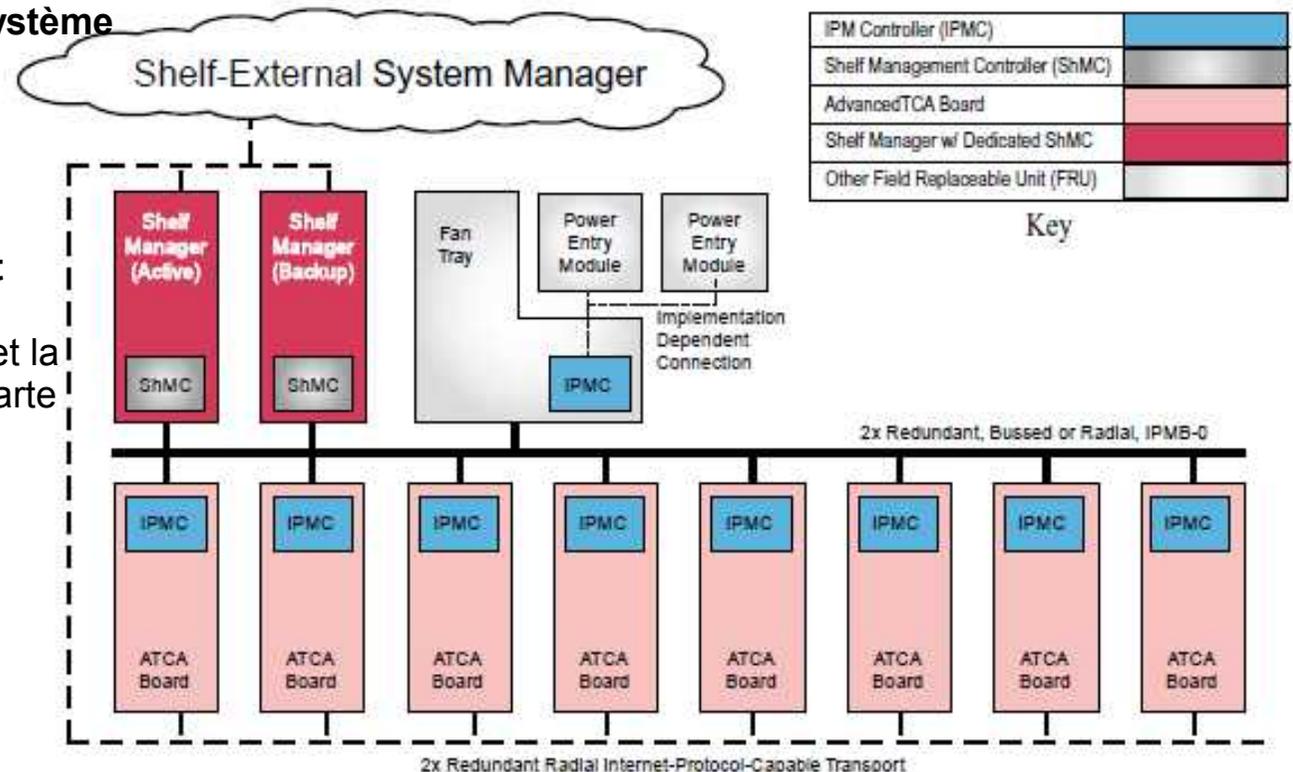
ATCA®: Hardware Platform Management

But

- **Contrôler la mise en route du système**
 - extinction/ré-allumage carte, reset, e-keying...
- **Surveiller la « bonne santé » du système**
- **Rapporter les anomalies**

Plusieurs composants

- **Intelligent Peripheral Management Controllers (IPMC) distribués**
 - contrôlent le fonctionnement et la bonne opération de chaque carte
- **Bus IPMB**
 - Bus redondant de type I2C
- **Shelf manager**
 - Communique avec les IPMC
- **Supervision par TCP/IP sur bus Ethernet**



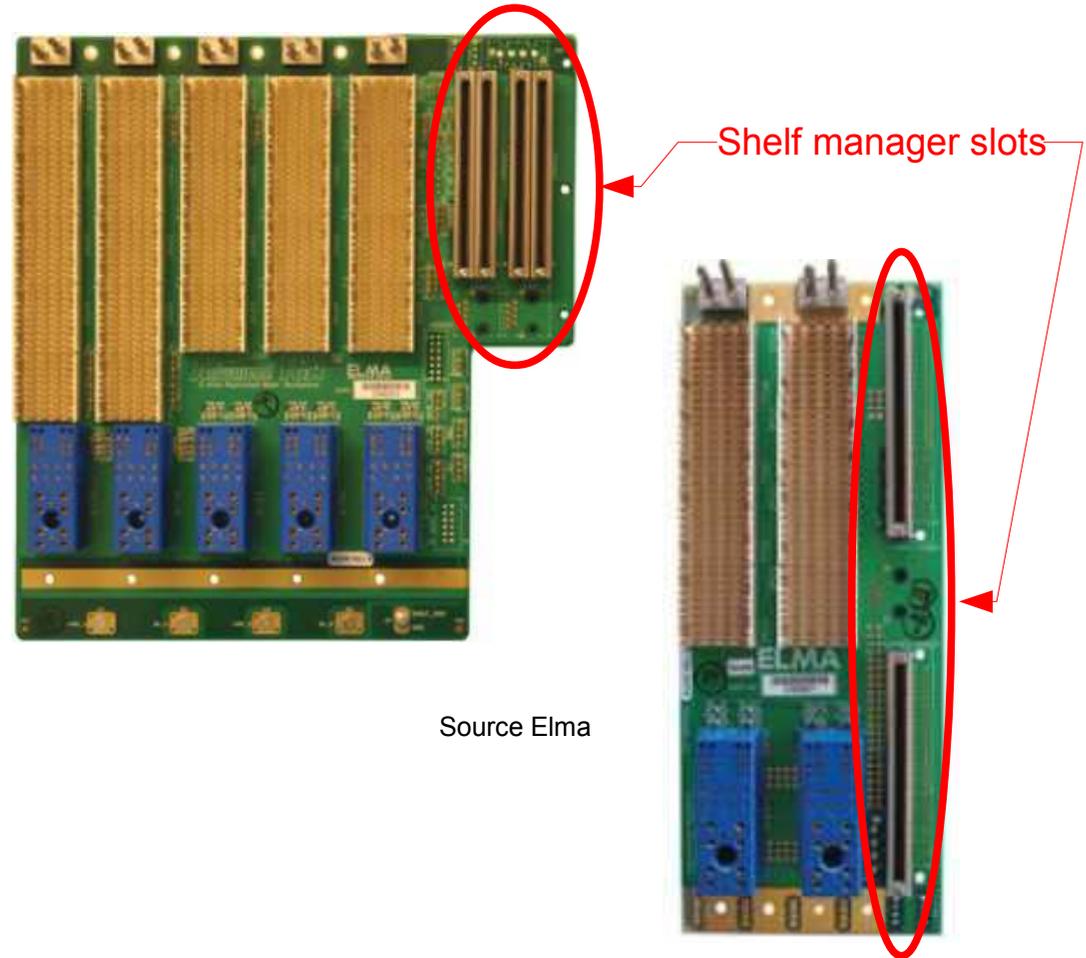
Protocole

- **Basé sur IPMI (Intelligent Platform Management Interface) :**
 - Spécification d'Intel permettant de surveiller certains composants (tensions, températures, ...).

ATCA[®]: Hardware Platform Management

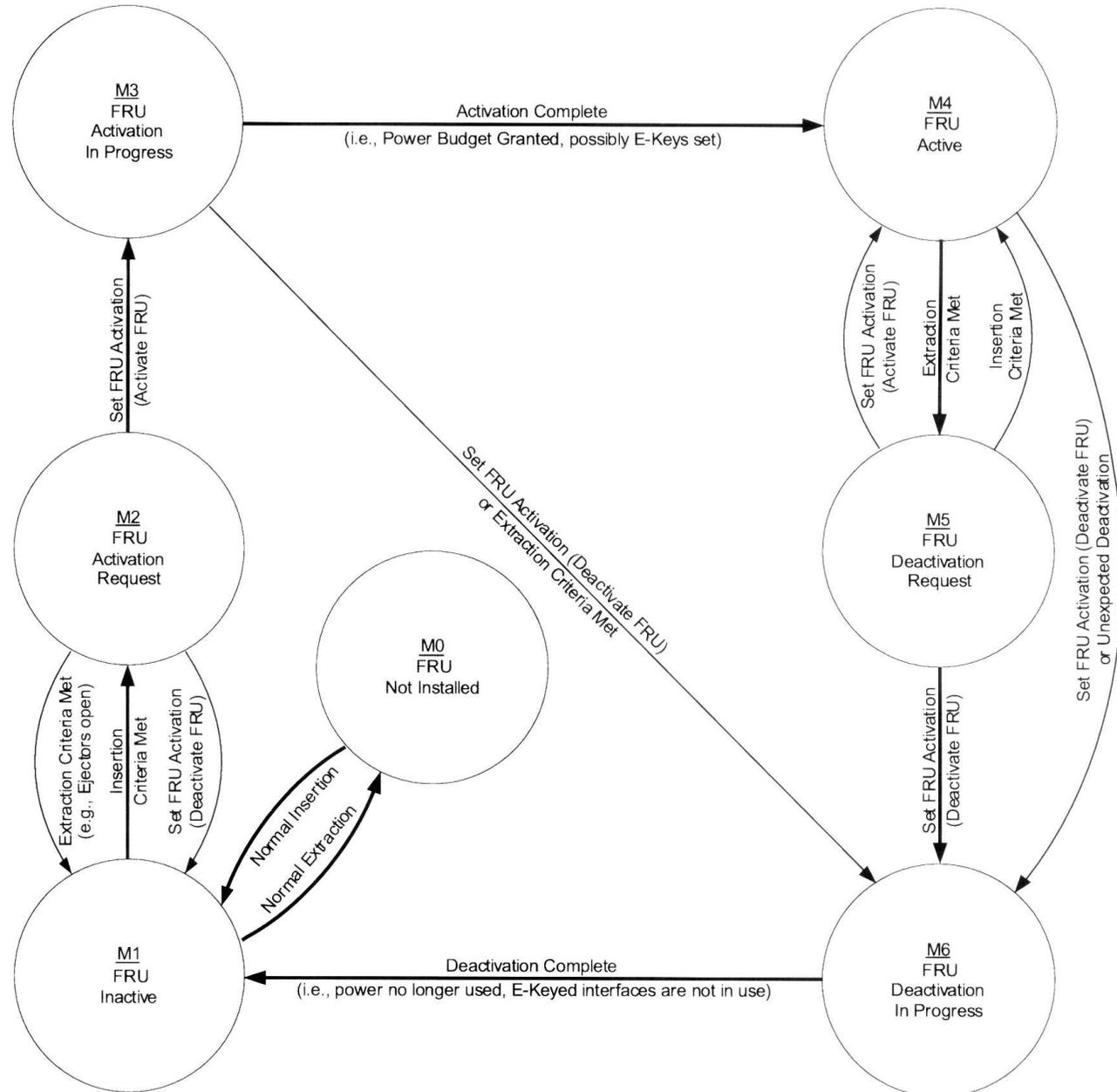
Shelf Manager

- « Chef d'orchestre » du système
- Redondant
 - 1 seul est actif
- Rôle
 - Lecture capteurs
 - Pilotage alimentations
 - Pilotage ventilateurs
 - Enumération capacités d'une carte
- Emplacement et format fixé par fabricant du crate



ATCA[®]: Hardware Platform Management

Exemple de management d'insertion de carte



AdvancedMC™

Usages

Types de modules

AMC™ sur carte ATCA®

Connecteurs

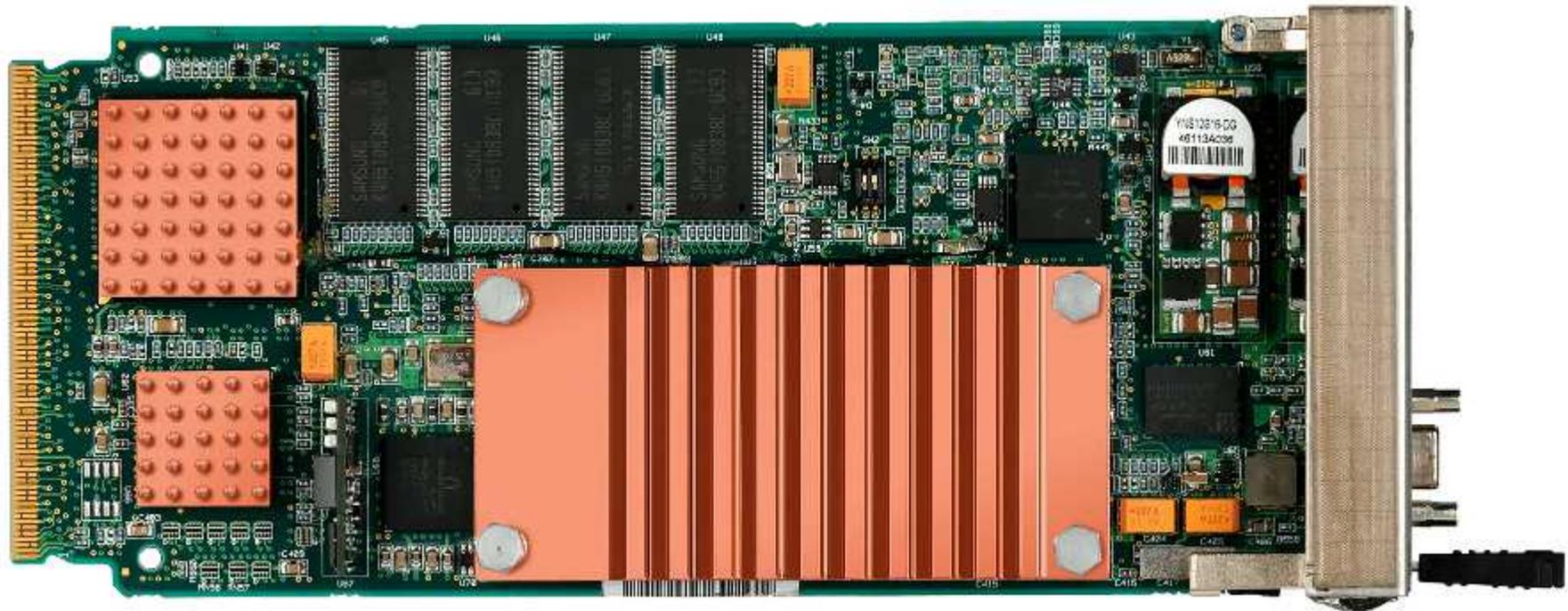
Transport de données

System management

AMC™ : Usages

Advanced Mezzanine Card (AMC™) :

- Carte mezzanine hot-swappable sur connecteur encartable parallèle à la carte ATCA®
- Destiné à étendre les capacités d'une carte ATCA® :
 - Entrées sorties
 - Carte processeur,
 - Stockage
 - ...

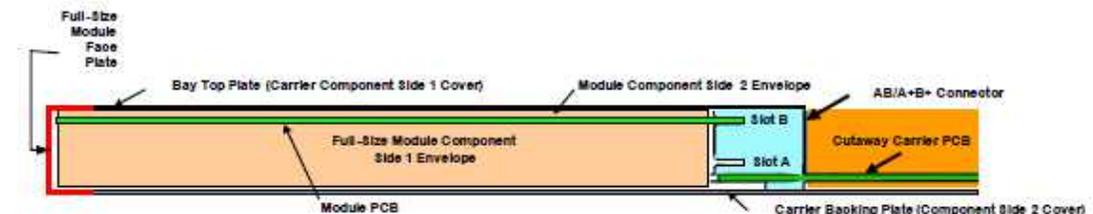
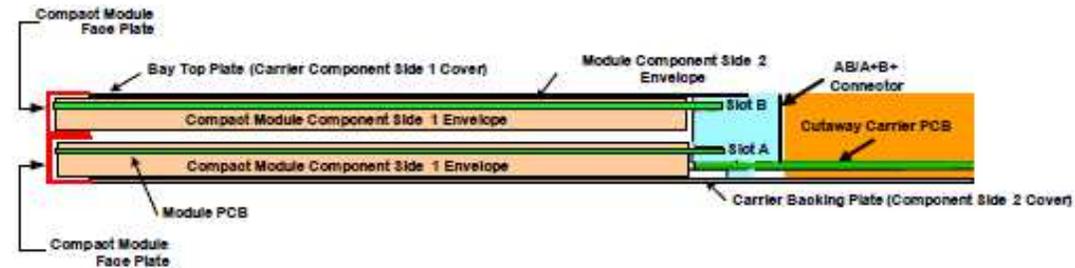
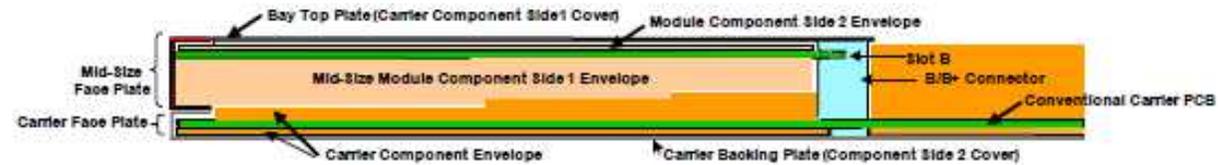


Source Emerson

AMC™ : Types de modules

6 formats :

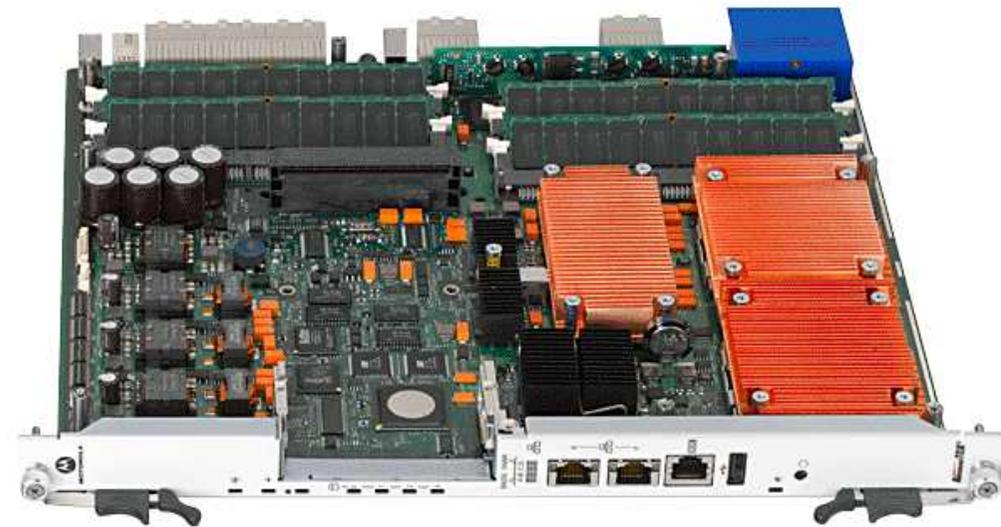
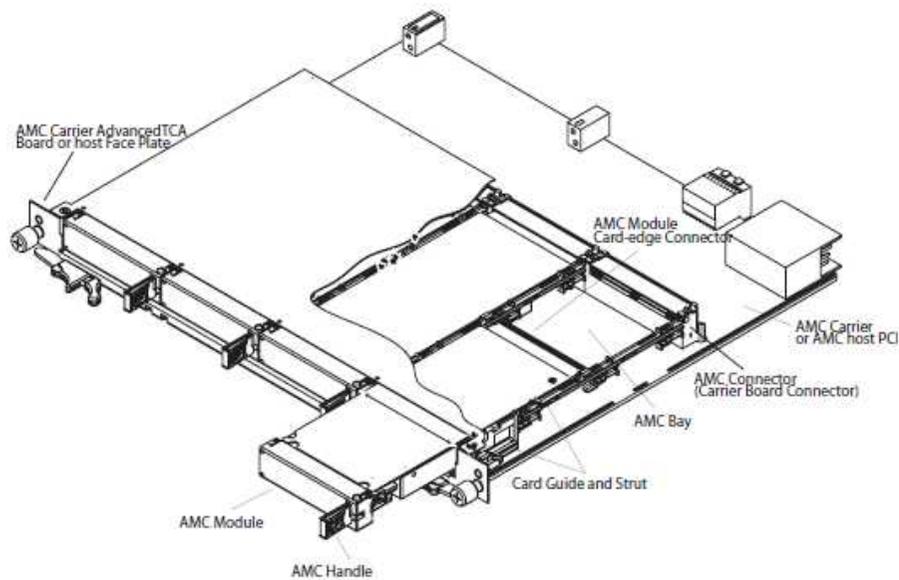
- **Mid-size**
 - Hauteur composants max 11,65 à 14,01 mm
- **Compact**
 - Hauteur composants max 8,18 mm
 - Requiert carte ATCA® coupée
- **Full size**
 - Hauteur composants max 23,25 mm
 - Requiert carte ATCA® coupée
- **Pour chaque hauteur 2 largeurs**
 - Simple 74 mm
 - Double 149 mm



AMC™ : sur carte ATCA®

Possibilités :

- Jusqu'à 4 full size AMC™ par carte ATCA®
- Jusqu'à 8 compact AMC™ par carte ATCA®

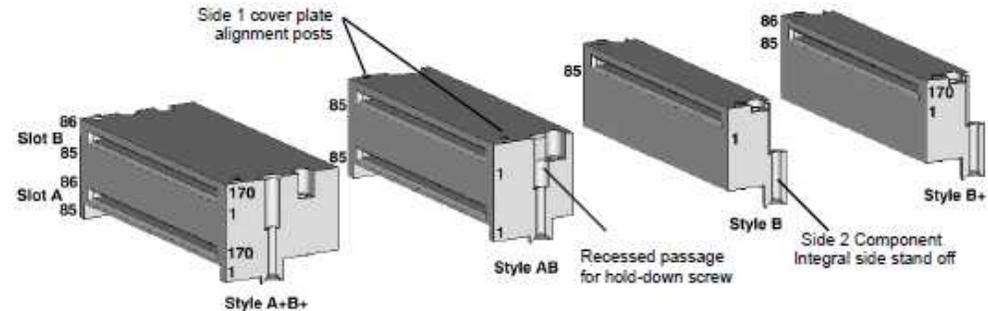


Source Emerson

AMC™ : Connecteurs

4 types de connecteurs

- En fonction du nombre de carte AMC™ et du nombre de signaux :
 - Signaux d'un seul côté (85 signaux)
 - Signaux des deux côtés (170 signaux)



Signaux

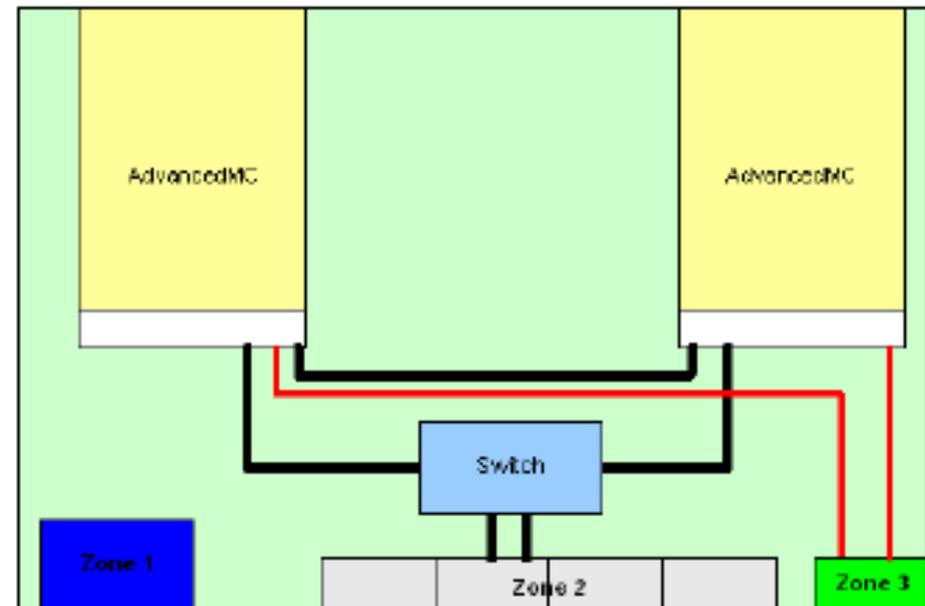
- 5 groupes fonctionnels
 - 40 paires différentielles pour le *Fabric Interface*
 - 5 paires différentielles pour AMC™ *Clock Interface*
 - 5 contacts pour le *JTAG Test Interface*
 - 9 contacts pour le *System Management Interface*
 - 64 contacts pour *Alimentation*

Connector Style	Interface to AMC Module	Number of Module Slots	Number of contact positions to Carrier	Number of contact rows on Carrier	Differential pairs	General purpose contacts	Power contacts	Ground contacts
B	Basic	1	85	1	19	11	8	28
B+	Extended	1	170	2	45	16	8	56
AB	Basic	2	170	2	38	22	16	56
A+B+	Extended	2	340	4	90	32	16	112

AMC™ : Transport de données

Fabric interface

- 20 ports de 2 paires différentielles pour connexions point à point (40 paires différentielles)
- Peut adopter tout standard opérant sur paire différentielle 100 Ohms
 - PCI Express
 - Gigabit Ethernet
 - Storage
 - Serial rapidIO
 - ...
- Connexion avec la carte ATCA®
 - Par l'intermédiaire d'un switch ou directe



AMC™ : Transport de données

Horloges

- **2 types d'horloges**
 - 4 horloges telecom (2 in, 2 out par module)
 - 1 horloge de référence pour le fabric
- **Recommandations d'implémentation ou de lien avec les horloges ATCA® mais pas d'obligation**

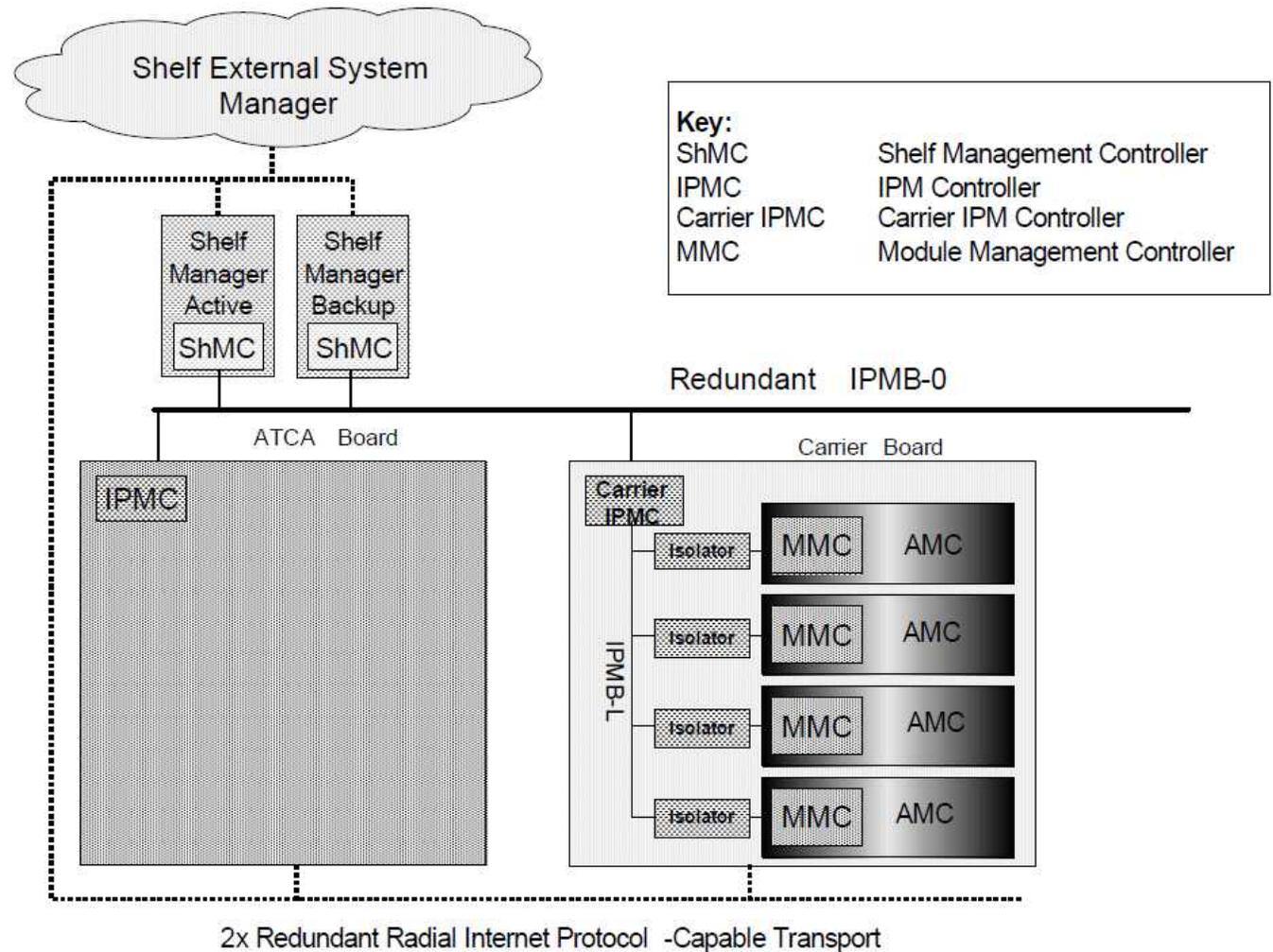
JTAG

- **Seulement disponible via l'interface d'extension (connecteurs B+ ou A+B+)**

AMC™ : System management

IPMI implémentation

- IPMB-L = copie locale du bus IPMB-0
- Présence d'isolateurs pour éviter qu'un module en panne corrompe le bus entier
- Possibilité d'implémentation en étoile
- MMC sur carte AMC™ joue rôle équivalent à IPMC sur carte ATCA™





Usages

Architecture

MCH

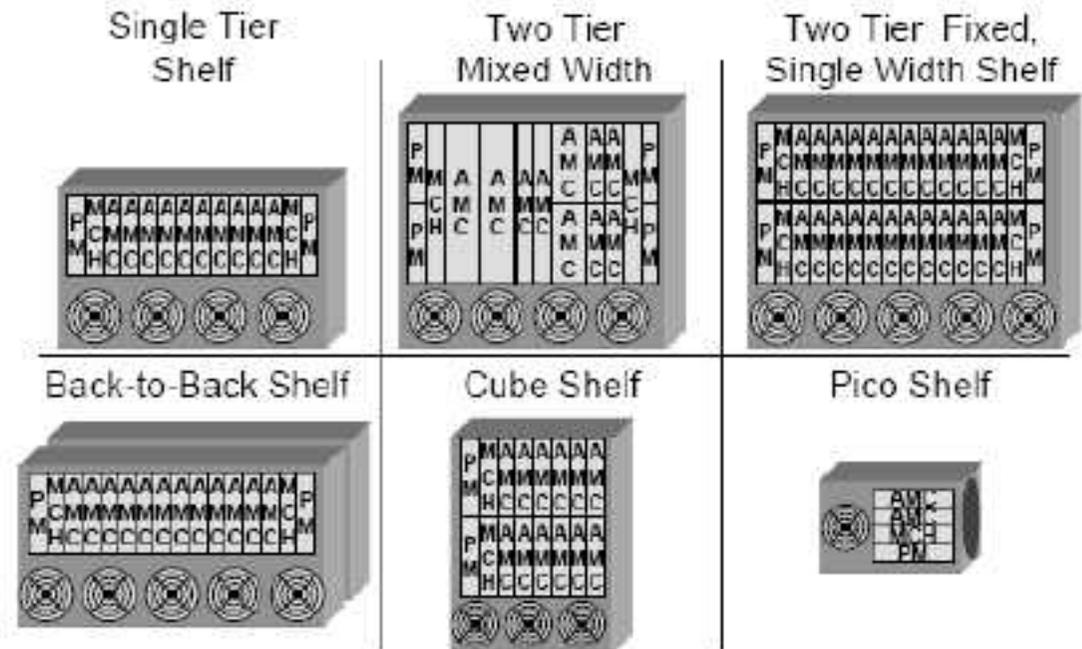
Transport de données

System management

μTCA™ : Crates

Caractéristiques du μTCA™

- Possibilité d'utiliser les cartes AMC™ directement dans un backplane
 - Applications plus petites, moins coûteuses
 - Moins contraignantes en terme de disponibilité
 - Tout en conservant la philosophie de l'ATCA® (topologies, management)
- Tous les formats de cartes AMC™ sont autorisés
 - Très grande variabilité de packaging !



μTCA™ : Mécanique

Un exemple d'implémentation



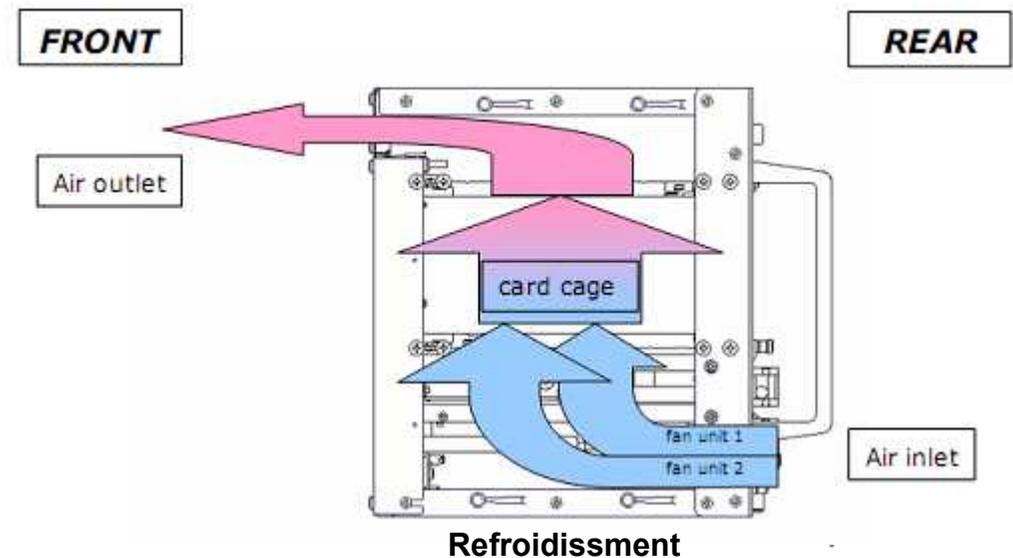
Chassis

Source Elma



Source Ericsson

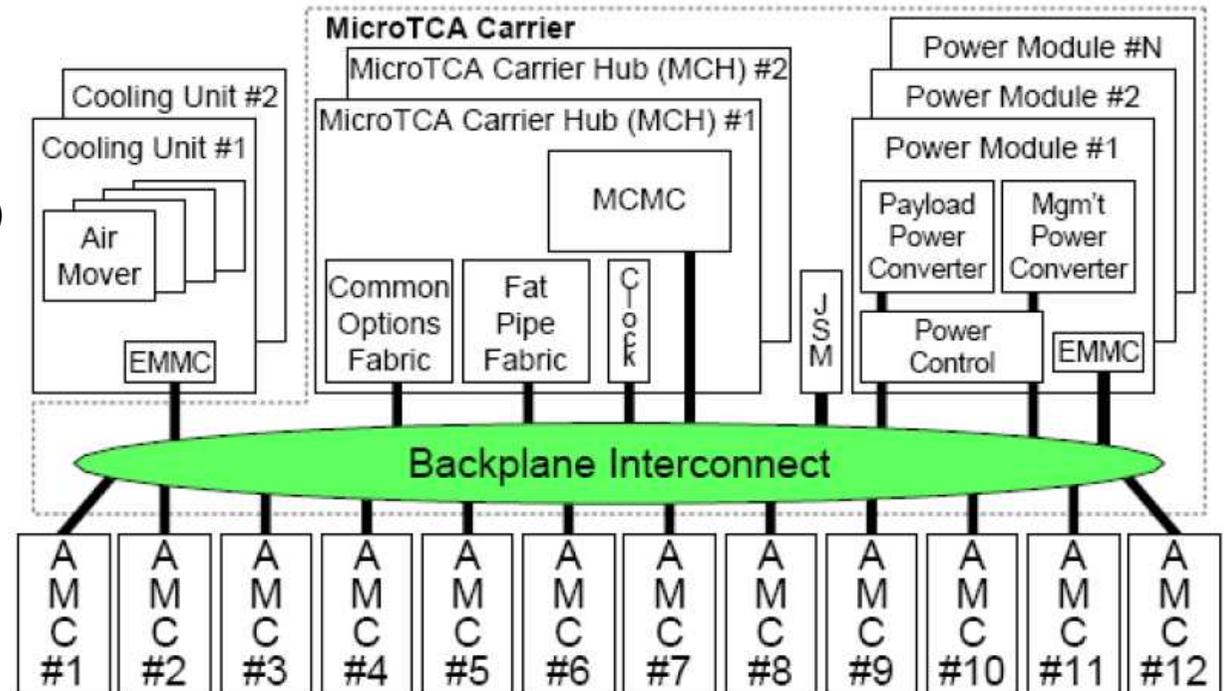
Alimentation



μTCA™ : Architecture

Éléments d'un système μTCA™

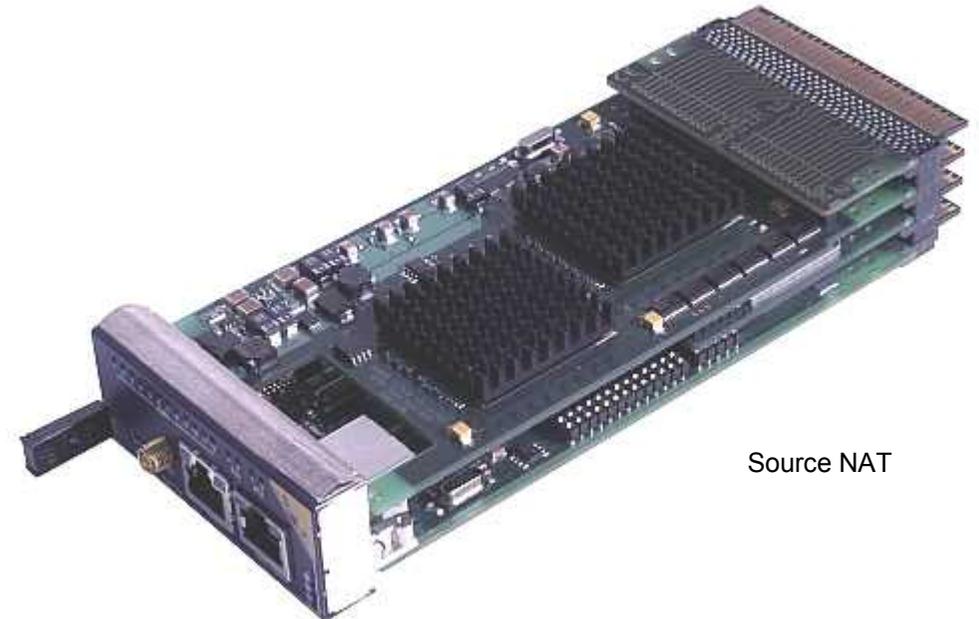
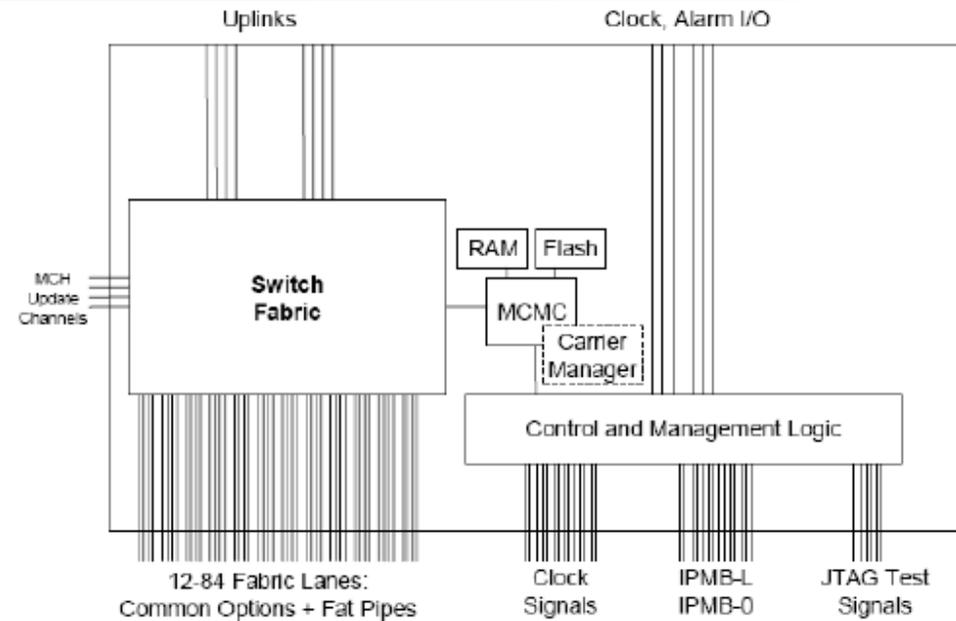
- Au moins une AMC™
 - Jusqu'à 12
- Au moins :
 - un MCH (MicroTCA™ Carrier Hub)
 - un Power Module
 - un système de refroidissement
 - 2 si redondance
- Un backplane



μTCA™ : MicroTCA™ Carrier Hub

MCH

- Infrastructure partagée par toutes les cartes AMC™ d'un même chassis
- Connecté jusqu'à 12 cartes AMC™
- Inclut le management de l'infrastructure
 - Gestion du bus IPMB
 - Gestion des horloges
 - Bus JTAG
- Inclut l'interconnexion du fabric
 - AMC.1 PCI Express
 - AMC.2 Ethernet
 - AMC.3 Storage
 - AMC.4 Rapid IO
 - ou autres ...
- Redondance possible
 - 2 MCH par chassis

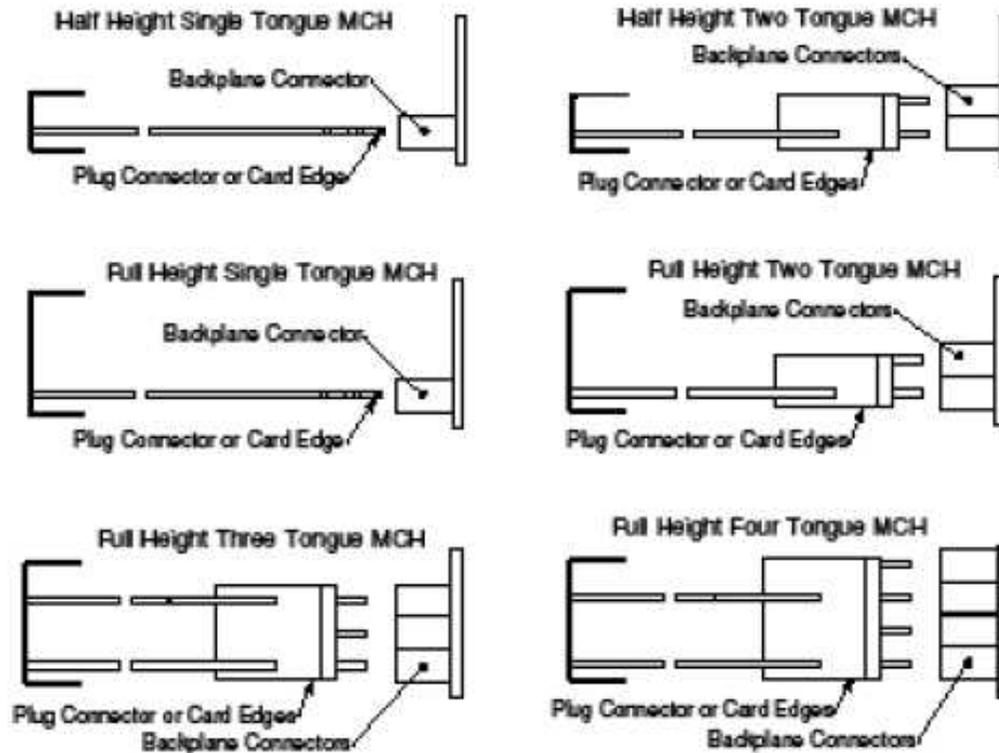


Source NAT

μ TCA™ : MicroTCA™ Carrier Hub

Mécanique MCH

- De 1 à 4 slots
 - Fabrics principalement sur slots 3 et 4



μTCA™ : Transport de données

Mêmes notions de transport de données que sur l'ATCA®

- **Hardware platform management**
 - Basé sur bus IPBB-L (structure en étoile)

- **Bus d'horloges**
 - Topologie en double étoile
 - Clock 1 et 3 redondantes MCH → AMC
 - Clock 2 AMC → MCH

- **JTAG interface**

- **Base interface**
 - Typiquement Gigabit Ethernet ou SATA/SAS

- **Fabric**
 - MCH : 84 ports
 - Topologies : Étoile ou double étoile
 - PCIe, SRIO ou XAUI (4x3.125 Gbits/s)

Connector Region		AMC Port #	Signal Conventions			Non-redundant MCH Fabric #	Redundant MCH # / Fabric #
Basic Side	Common Options	0	AMC 2 1000BASE-BX			A	1 / A
		1	AMC 2 1000BASE-BX				2 / A
		2	AMC 3 SATA/SAS			B	1 / B
		3	AMC 3 SATA/SAS			C	2 / B
	Fat Pipe	4	AMC 1 x4 PCIe Express	AMC 4 x4 SRIO	AMC 2 10GBase-BX4	D	1 / D
		5				E	1 / E
		6				F	1 / F
Extended Side	Extended Fat Pipe	7			G	1 / G	
		8		AMC 4 x4 SRIO		2 / D	
		9					2 / E
		10					2 / F
	Extended Options	11					2 / G
		12					
		13					
		14					
		15					
		16					
17							
18							
19							
20							

AMC ports

μTCA™ : Hardware Management

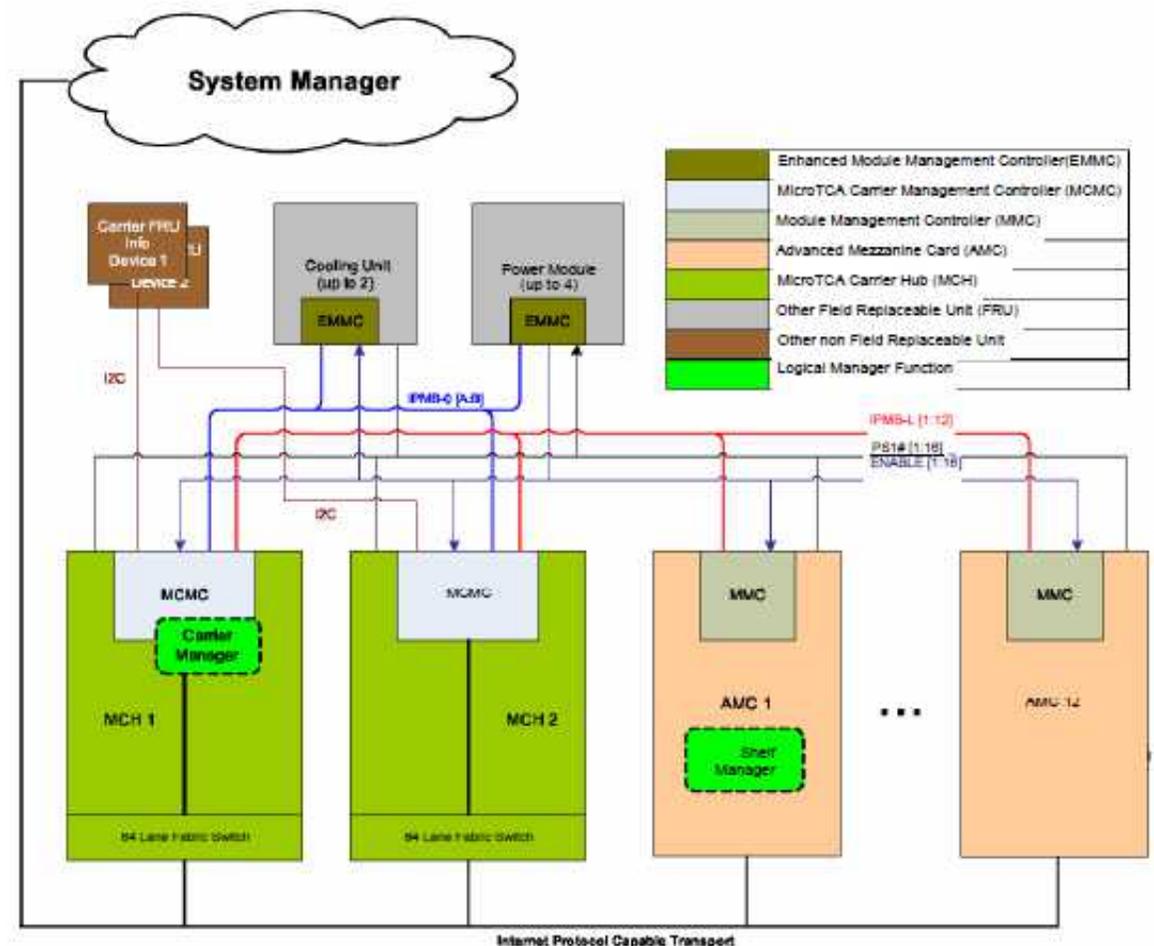
Shelf manager

- peut être implémenté sur n'importe quelle entité (AMC, MCH)

Dans la pratique implanté dans MCH

- Services hardware bas niveau basés sur protocole IPMI
- Services rapides basés sur TCP/IP

Très similaire au management d'une carte ATCA®



Standards associés : IPMI

Standard créé par Dell, Intel et NEC

- Pas un standard PICMG
- Indépendant du système d'exploitation
- Peut fonctionner sur différents medias de transmission (IPMB, LAN, ...)

Adopté par PICMG

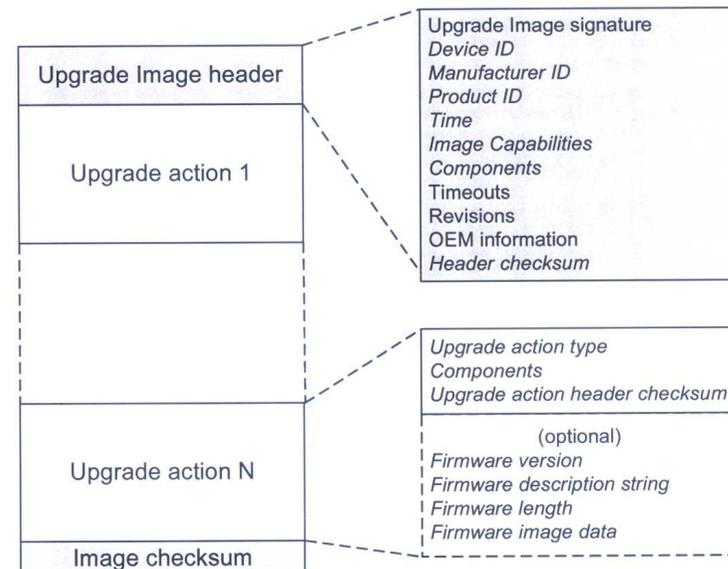
- Adapté pour tenir compte spécificités (Gestion du hotplug par exemple)

Standards associés : IPM.1

Standard PICMG

Rôle et fonction

- **Méthode standard pour mettre à jour à distance le firmware des IPM Controllers**
 - Utilise le standard de communication IPMI
- **Format commun pour l'image du code**
 - Permet d'effectuer la mise à jour de cartes venant de plusieurs fabricants avec un outil logiciel unique
- **3 Phases :**
 - Acquisition des caractéristiques du contrôleur,
 - Sauvegarde, Chargement
 - Vérification et retour en arrière si échec, Activation



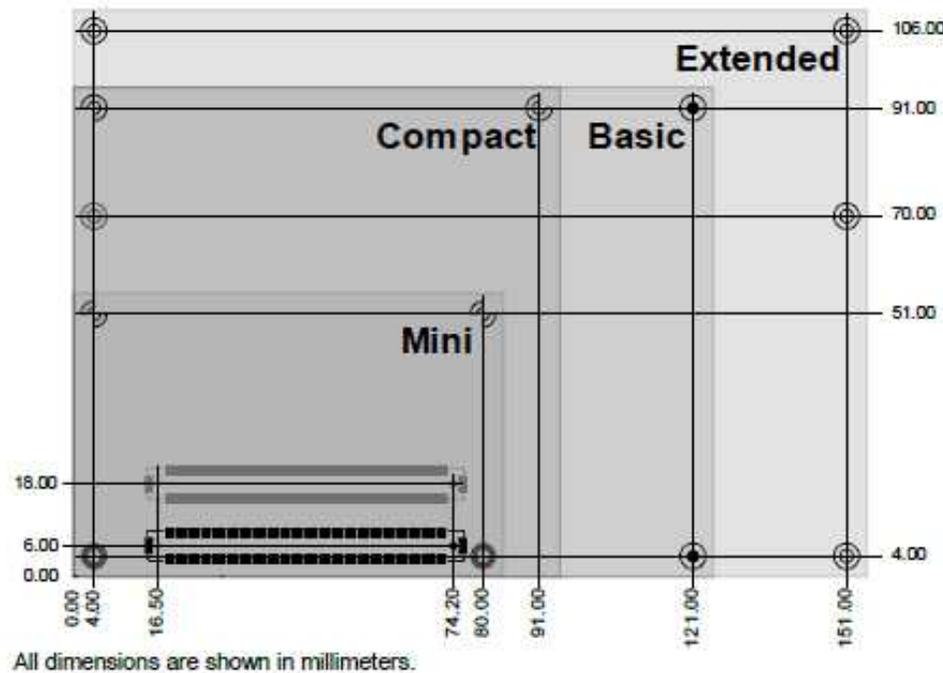
COM Express[®]

Computer-on-module (COM)

- Véritable PC intégré dans un module au format réduit
- Intégrable sur cartes ATCA
- Un ou 2 connecteurs standards
- 4 form factors :
 - Mini
 - Compact
 - Basic
 - Extended



Kontron's nanoETXexpress-TT



Nouveaux standards

Rugged μ TCA™

xTCA™ for Physics

Rugged μ TCA™

Cible

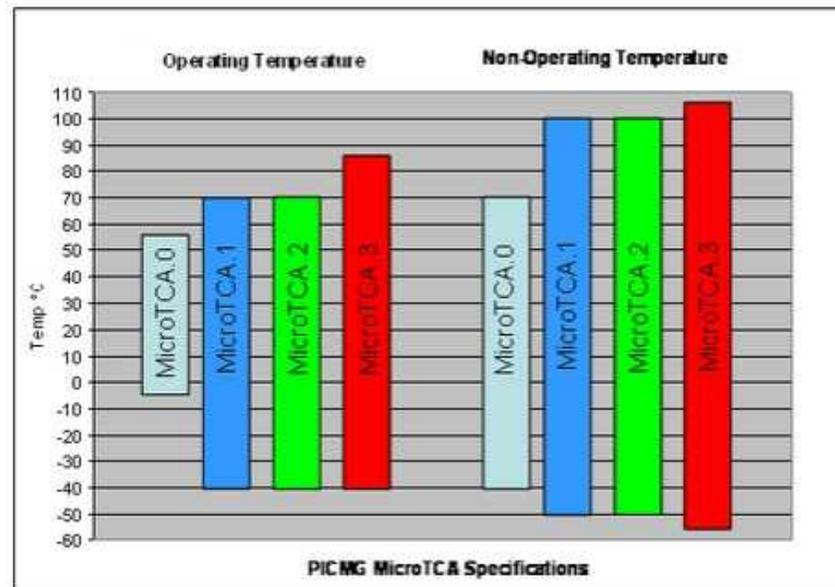
- μ TCA™ pour applications avec conditions extrêmes de température, chocs, vibrations
→ Industrie, transport, Mil/Aero, coffrets extérieurs

Trois standards avec un degré de durcissement croissant

- MicroTCA.1 : Air Cooled Rugged MicroTCA
- MicroTCA.2 : Hardened Air Cooled MicroTCA
- MicroTCA.3 : Hardened Conduction Cooled MicroTCA



Source Hybricon



xTCA™ for Physics

Intérêt

Comité xTCA™ for Physics du PICMG

Premiers travaux

xTCA™ for physics

Intérêt pour la physique

- **ATCA®** : une des spécifications les plus ambitieuses de ces dernières années
- Architecture à haute performance, grande bande passante
- Haute disponibilité : critique pour les machines de la prochaine génération
- Facilement adaptable à de nombreuses application de capture de données
- **De nombreux instituts impliqués** :
 - DESY, SLAC, IHEP, FNAL, ANL, BNL, KEK, CERN, FZJ, IN2P3, IPFN, JET, ...
- **Choix de nombreux projets** :
 - XFEL, ILC, ITER, JET, ATLAS Upgrade, LHCb Upgrade FAIR, AGATA, ...

Inconvénients

- **Très ciblé télécom, peu d'acquisition analogique**
 - Uniquement faible vitesse
 - Physique requiert des acquisitions rapides (~100 à 200 MHz), faible bruit et grande dynamique
- **Pas de mécanismes pour traiter les problèmes spécifiques de la physique**
 - Distribution de trigger
 - Synchronisation
 - Usage d'horloges ultra-précises (~ picosecond)

xTCA™ for physics

Pourquoi un sous-comité Physique du PICMG ?

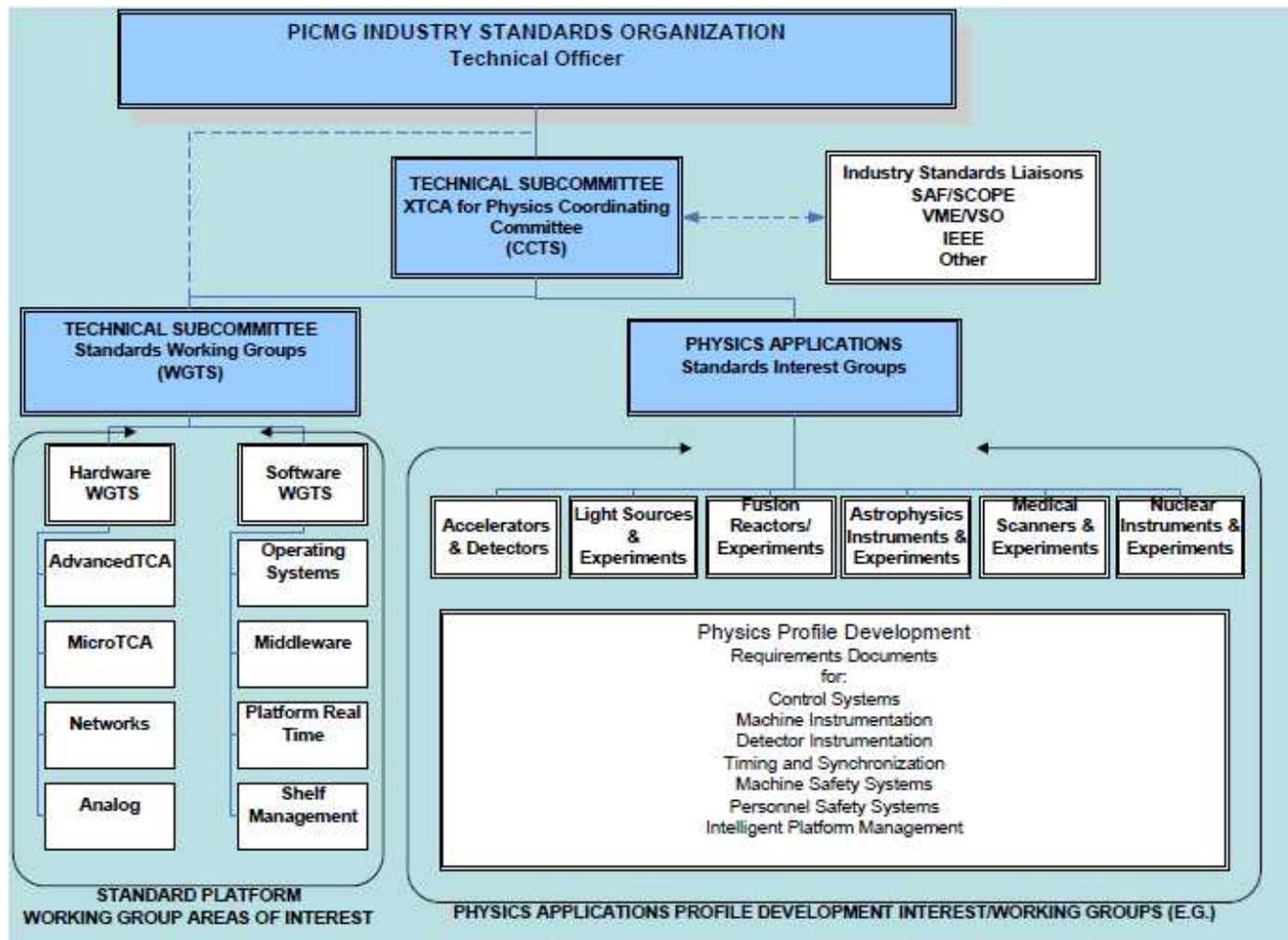
- **Économiser le temps de développement en stabilisant l'environnement**
 - Ciblage des efforts sur l'application elle-même
- **Partage des fonctions communes**
 - IPMI management
 - Drivers
 - Firmwares
- **Impliquer des industriels pour la fabrication d'éléments standards en grande quantité**

Coordinating Committee Technical Subcommittee (CCTS) for Physics

- **Proposé en 2008 au Nuclear Science Symposium de Dresde**
- **Fondé en 2009 par 5 laboratoires (SLAC, DESY, IHEP, FNAL, FermiLab) et 44 industriels**
- **Rejoint depuis par CERN, ELETTRA, IPFN, ITER, KEK, LBNL et IN2P3 ...**
- **2 Working Groups**
 - WG1 : Physics xTCA™ I/O, Timing and Synchronization
 - WG2 : Physics xTCA™ Software Architectures and Protocols

xTCA™ for Physics

Organisation du CCTS



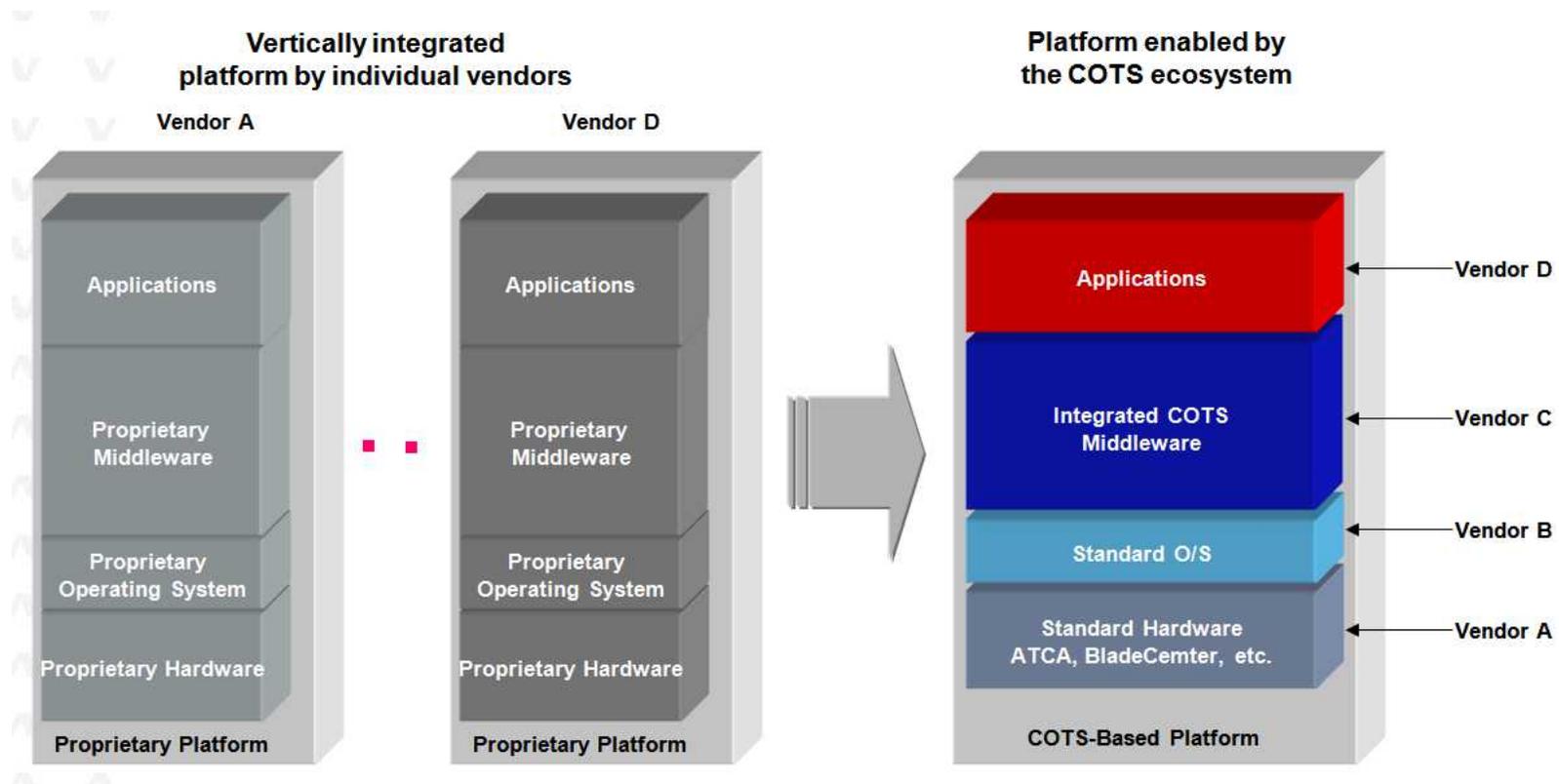
Développements logiciels associés

SAF (Service Availability Forum)

OpenSAF (Open Service Availability Framework)

Motivation

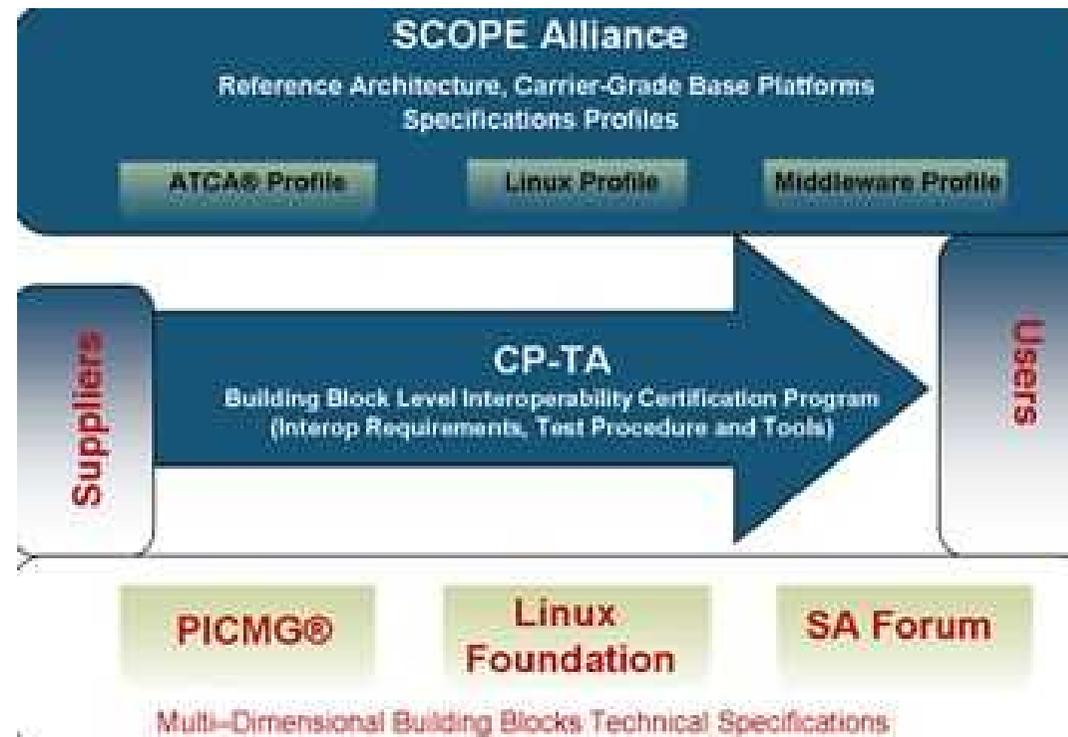
- Passage d'un modèle vertical vers un modèle horizontal



Service Availability Forum

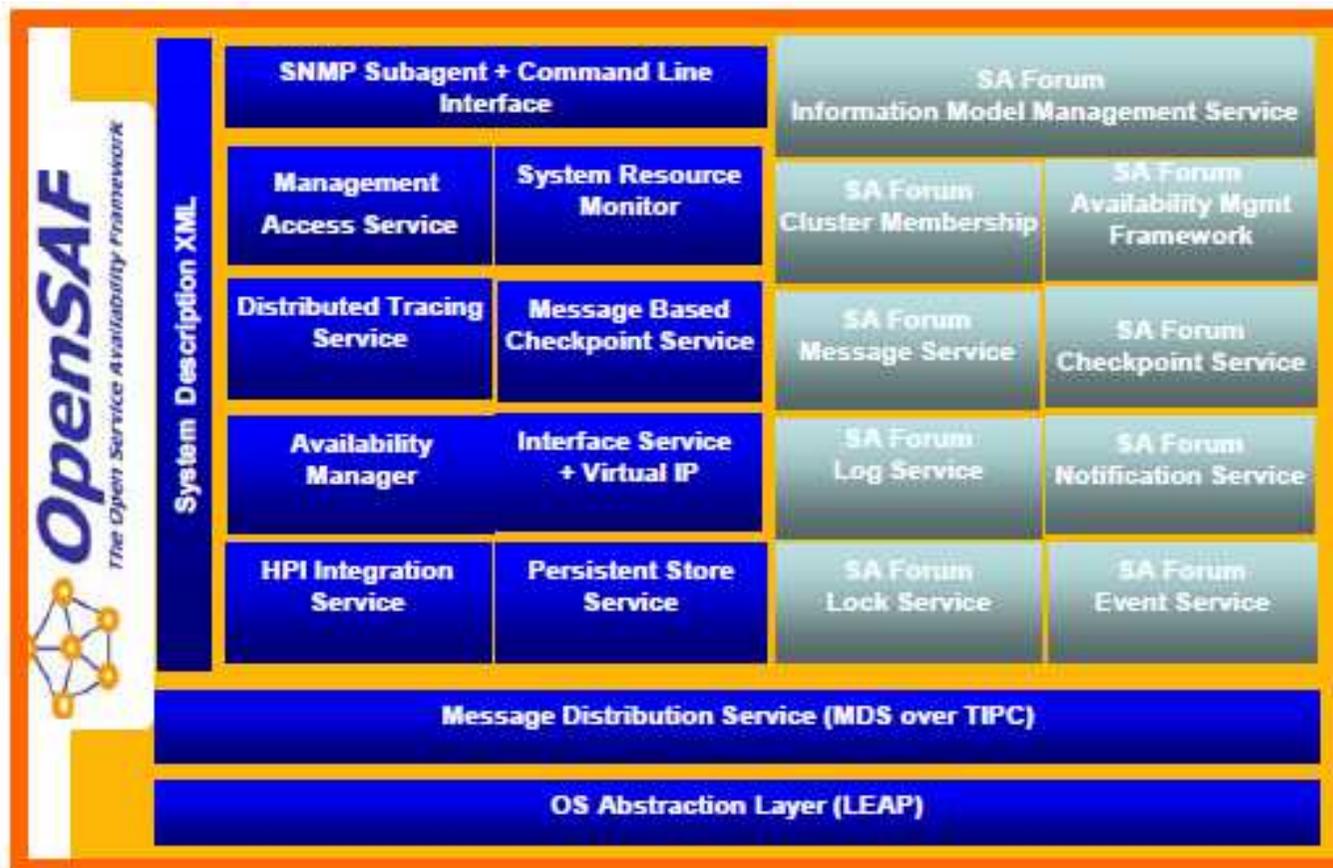
Rôle

- Collaborer avec le monde industriel pour accélérer l'adoption de blocs logiciels standards et certifiés relatifs à la disponibilité de service
 - Publication de standards ouverts



Rôle

- **Accélérer le développement de spécifications ouvertes pour le « platform middleware »**
 - Conforme aux spécifications du Service Availability Forum
 - Prend en compte les recommandations de la SCOPE Alliance



Liens utiles

- **PICMG** : <http://www.picmg.org/>
- **Intelligent Platform Management Interface (IPMI)** : <http://www.intel.com/design/servers/ipmi/>
- **xTCA™ for Physics** :
http://www.picmg.org/pdf/PICMG_Physics_Public_Web_Update_061209_R5-3.pdf
- **Service Availability Forum** : <http://www.saforum.org/>
- **OpenSAF** : <http://www.opensaf.org/>
- **Scope Alliance** : <http://www.scope-alliance.org/>