

GTI611

Chapitre 2: Exemples de systèmes multimédias

Chargée de cours: Souad Hadjres

Objectifs

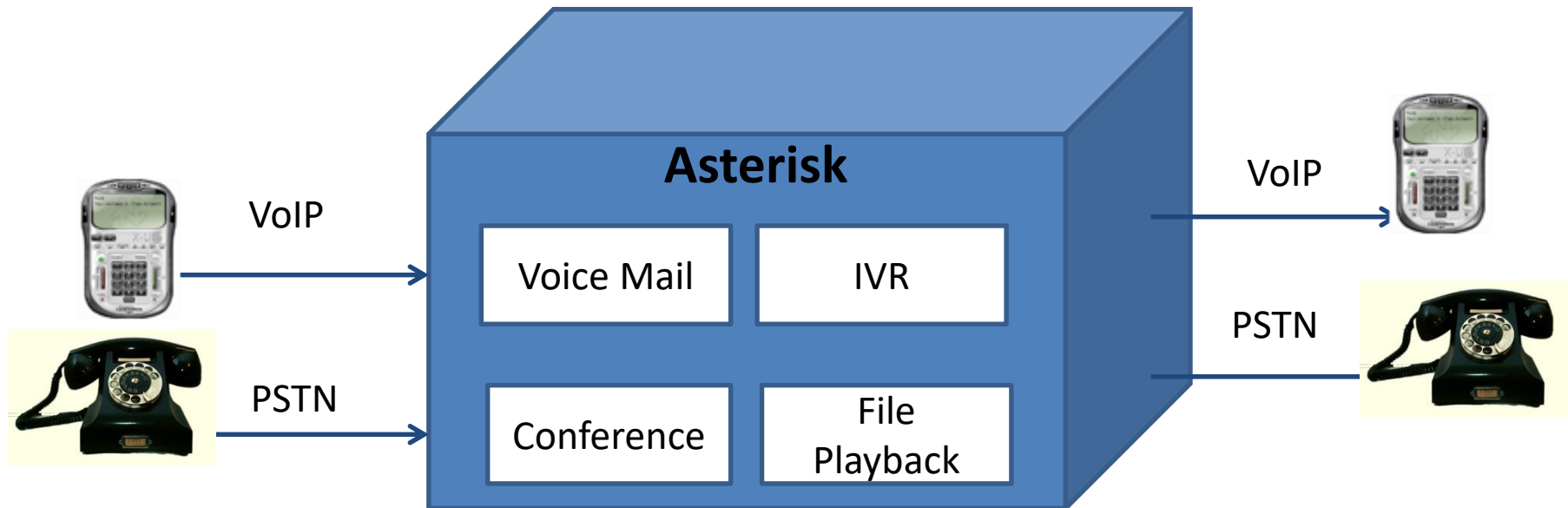
- Comprendre le fonctionnement :
 - Système de téléphonie IP Asterisk
 - Sous-système multimédia IP IMS (IP Multimedia Subsystem)
 - Réseau de diffusion de contenu média CDN (Content Delivery Network)

Asterisk

- C'est quoi Asterisk
- Comptes utilisateurs
 - création
 - enregistrement
- Plan de numérotation Asterisk
 - contexte
 - extension
 - priorité
 - applications
- Exemples
- Quelques commandes utiles

Asterisk

- Logiciel libre permettant d'implémenter un autocommutateur privé PBAX
- Offre toutes les fonctionnalités d'un standard téléphonique de niveau professionnel: commutation d'appels, messagerie vocale, réponse vocale interactive, lecture de fichiers ...
- Fournit plusieurs interfaces voix telles que SIP, H323 et IAX (Inter-Asterisk eXchange)



Asterisk

Avantages:

- réduction des coûts des communication (internationales)
- Standards ouverts et interopérabilité multifournisseurs
- Aucun branchement téléphonique séparé nécessaire: il utilise les réseau informatique
- Plus de fonctionnalités: options supplémentaires beaucoup moins couteuses et plus facile a implémenter
- Enregistrement de n'importe ou sur internet
- Adaptabilité: ajout des lignes téléphoniques est beaucoup plus simple

Inconvénients:

- Fiabilité et qualité de la voix (liée à celle d'internet)
- Aucun service pendant une coupure de courant

Asterisk

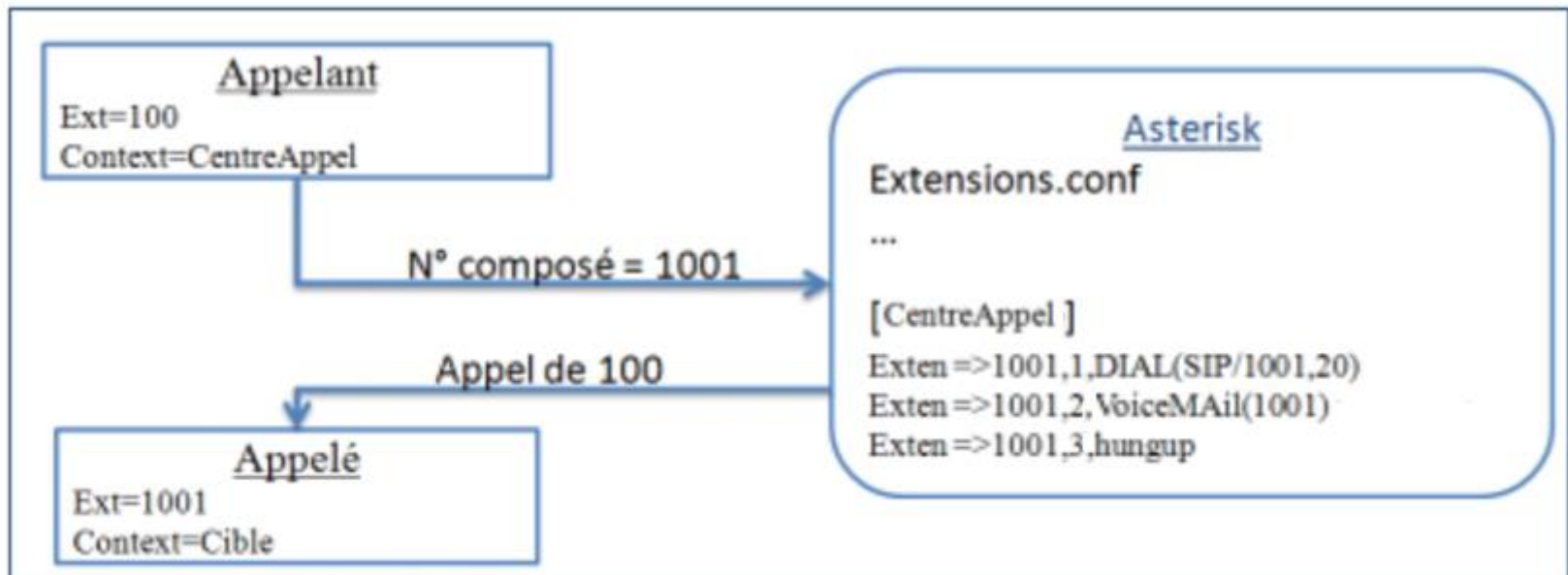


Figure 6: Principe de routage d'appel à travers Asterisk

Comptes utilisateurs: création

- Les comptes utilisateurs sont identifiés par le protocole de signalisation qu'ils utilisent.
- Les clients SIP doivent être configurés dans le fichier de configuration du driver du canal SIP *sip.conf*. Les clients IAX doivent être configurés dans le fichier *iax.conf*.
- Exemple : *Sip.conf*

```
[4001]
type=friend
context=phones
host=dynamic
username=4001
secret=Alicepassword
disallow=all
allow=g729
allow=ulaw
```
- La commande *sip reload* permet de recharger le fichier *sip.conf* par le système et donc est nécessaire à chaque modification faite au niveau du fichier.

Comptes utilisateurs: enregistrement

- Pour pouvoir initié ou recevoir un appel, l'utilisateur doit se connecter au serveur à travers un téléphone IP ou un logiciel de téléphonie IP (un softphone)
- Il utilise pour cela, les même paramètres (username, callerID, password) utilisés dans la création de son compte.
- Exemple d'enregistrement sur un téléphone SIP:

System settings ->SIP account

- Display name: alice
- Username: 4001
- Password: motDePass
- domain: test.com
- SIP proxy: 192.168.2.1

Plan de numérotation Asterisk

- Ce plan permet de contrôler les appels entrants et sortants en spécifiant comment ces appels sont gérés et acheminés par le serveur.
- Il décrit les numéros que les clients peuvent composer.
- Il est défini dans le fichier de configuration « *extensions.conf* »
- Le fichier « *extensions.conf* » est subdivisé:
 - Champs statiques et définitions: *[general]* (pour paramètres généraux)
[globals] (pour variables globales)
 - Sections exécutables appelées contextes
- Il inclut 4 principaux concepts:
 - Contextes:
 - Extensions:
 - Priorités
 - applications

Plan de numérotation – variables

- Il existe quatre types de variables: les variables globales, les variables partagées, les variables de canal et les variables d'environnement:

1. **variables globales:** une fois définies, elles peuvent être référencées par n'importe quel canal à tout moment.

Exemple: *Set(GLOBAL(NUMRINGS)=3)*

2. **variables partagées:** variables partagées entre deux (ou plus) canaux.

Exemple: pour initialiser la variable: *Set(SHARED(var, SIP/123)=456)*

pour la récupérer: *\${SHARED(var, SIP/123)}*

3. **variables de canal:** chaque canal a son propre espace de variables et une variable de canal est automatiquement détruite lorsque ce dernier est fermé.

Exemple: *\${DIALSTATUS} = [ANSWER, BUSY, NOANSWER, CONGESTION, CHANUNAVAIL....] (variable prédéfinie)*

4. **variables d'environnement:** permettent d'accéder aux variables d'environnement Unix à partir d'Asterisk.

Exemple: *\$ {ENV(RECORDED_FILE)}: le nom du dernier fichier sauvegardé par la commande Record*

Plan de numérotation – section [globals]

- une variable globale est une variable qui n'est pas associée à un canal ou à un appel en particulier mais à tout le système Asterisk. Elle a une portée globale.
- Deux façons de définir une variable globale:
 1. la déclarer dans la section [globals] de extensions.conf.

Exemple: *[globals]*

MYGLOBALVAR = une certaine valeur

2. l'initialiser à l'aide de l'application GLOBAL() et SET().

Exemple:

exten => 6124,1, Set (GLOBAL (MYGLOBALVAR) = certaine valeur)

Plan de numérotation - Contexte

- Le contexte est un groupe d'extensions définissant un ensemble de règles du plan de numérotation qui seront appliquées à chaque appel.
- Chaque extension définie dans un contexte est complètement isolée des extensions définies dans un autre contexte, sauf si une interaction entre les extensions est autorisée.
- Un contexte doit avoir un nom qui est placé entre crochets [*NomduContexte*]. Ce nom est défini par l'administrateur du système.
- Toutes les instructions placées sous un nom de contexte font partie de ce contexte jusqu'à ce que le prochain nom de contexte est spécifié.
- Exemple: Supposons qu'un Asterisk permet de connecter deux compagnies CompA et CompB. Pour chacune de ces deux compagnies, Asterisk est configuré pour transférer l'appel à la réception (CompA ou CompB) lorsque l'on appuie sur l'extension '0'. Pour cela, il faut identifier deux noms différents pour les contextes des deux compagnies:
 - [AppelEntrant_CompA]
 - [AppelEntrant_CompB]

Plan de numérotation - Extension

- Une extension fait généralement référence à un identifiant numérique associé à une ligne téléphonique particulière.
- Dans le plan de numérotation, un ensemble d'actions est défini pour chaque extension.
- En composant une extension, l'ensemble d'actions qui lui est associé est exécuté.
- Syntaxe: *exten => number, priority, application(parameter1, parameter2,...)*
- Exemple: *exten => 4001, 1, Dial(SIP/4001,5)*
(en composant l'extension 4001, le serveur exécute l'application Dial et donc appelle le client SIP au numéro 4001 et sonne le poste pour 5 secondes)

Plan de numérotation - Extension

- **Exemple:** Créer un fichier *extension.conf* avec un contexte *[AppelEntrant_CompA]*. Ce contexte inclut une extension 4001 pour joindre le téléphone de Bob qui est un client SIP et une extension 4002 pour joindre celui d'Alice qui est un client IAX. La sonnerie de chaque téléphone dure 20 secondes.

[AppelEntrant_CompA]

exten => 4001,1,Dial (SIP/4001,20)

exten => 4002,1, Dial (IAX2/\${EXTEN},20)

Plan de numérotation - Extension

- **Extensions particulières:** Asterisk définit quelques extensions particulières permettant non pas de joindre un utilisateur ou un service, mais de fournir un comportement explicite pour des situations particulières.

Les trois extensions prédéfinies les plus courantes sont **s**, **t** et **i**.

- **s: start.** Toutes les extensions dans le context concerné sont traitées par la règle mentionnée dans l'extension s.

exemple: *exten => s, 1, Playback(msg_attente)*

- **t: timeout.** Extension automatiquement appelée par le système si un certain délai (par défaut 10 seconds) s'est écoulé sans qu'une extension n'ait été saisie par l'utilisateur.

exemple: *exten => t, 1, Playback(msg_délai_dépassé)*

- **i: invalid.** Extension automatiquement appelée, si disponible, par le système si l'utilisateur saisit une extension non référencée dans le plan de numérotation.

exemple: *exten => i, 1, Playback(msg_invalide)*

Plan de numérotation - Priorité

- À l'intérieur de chaque extension, il doit y avoir une ou plusieurs priorités ou numéros de séquence.
- Une priorité peut être numérotée, non numérotée ou étiquetée.
- La première priorité d'une extension est exécutée en premier, ensuite la deuxième et ainsi de suite.
- Il est possible de remplacer par *n* (*n signifie prochain nombre*) les nombres de priorités supérieurs à 1.
- Types de priorités:
 - **priorités numérotées** : `exten=> 111,1, Answer()`
`exten=> 111,2, Hangup()`
 - **priorités non numérotées**: `exten=> 111,1, Answer()`
`exten=> 111,n, Hangup()`
 - **priorités étiquetées**:
`exten=>111,1,GotoIf($["${CALLERID(num)}" = "303"]?dial1:moh)`
`exten => 111,n(dial1),Dial(${SPHONE1},15)`
`exten => 111,n,Hangup()`
`exten => 111,n(moh),MusicOnHold(default)`

Plan de numérotation - Priorité

Priorité #3 non disponible,
appel interrompu *auto-
fallthrough*

- Exemple 1:
exten => 4001, 1, 1^{er} action
exten => 4001, 2, 2^e action
exten => 4001, 4, 4^e action

Priorité #1: si vous oubliez la
priorité 1, l'extension 4001
n'est pas reconnue par le
serveur Asterisk

- Exemple 2:
exten => 4001, 1, 1^{er} action
exten => 4001, n, 2^e action
exten => 4001, n, 3^e action

Plan de numérotation – Application (1)

- Une application permet d'effectuer une action à travers le canal de communication
- Chaque priorité dans un plan de numérotation appelle une application
- Asterisk offre une large gamme d'application. La commande *core show applications* vous permet de les découvrir à travers l'interface CLI d'Asterisk
- Syntaxe: *exten => 4001,1,application(paramètres)*
- Exemple d'applications:
 - *Dial*:
 - permet d'établir une connexion avec un téléphone en le notifiant avec une sonnerie. Si l'appel est accepté, cette application permet de connecter les deux canaux de communication. Elle gère aussi les réponses de progression d'appels (ex., occupé, pas de réponse).
 - Il est possible d'appeler deux téléphones en même temps:
exten => 4003,1,Dial(SIP/alice&SIP/Bob,30)
 - *Playback*: télécharge un fichier audio et l'exécute l'appelant:
exten => 4001,1,Playback(silence/1&Nom-fichieraudio)

Plan de numérotation – Application (2)

- *Quelques exemples d'applications:*
 - **Answer()** : pour décrocher l'appel
 - **HangUp()** : raccrocher l'appel
 - **Dial(type/identifiant,timeout)** : composer un numéro, avec timeout en cas de non-réponse
 - **VoiceMail(user@context)** : joindre la messagerie de l'utilisateur définie
 - **Playback(sound-file)** : pour jouer un son
 - **SetMusicOnHold(class)** : musique d'attente
 - **Goto(contexte,extension,priorité)**: afin de se rendre dans un contexte, extension et une priorité précise.
 - **WaitExten()**: Attend la saisie d'une extension par l'utilisateur
- Quelques exemples de variables prédéfinies:
 - **\${EXTEN}** : Retourne l'extension appelée en ce moment
 - **\${CONTEXT}** : Retourne le contexte actuel
 - **\${CALLERID(name)}** : Retourne le nom de la personne qui appelle

Plan de numérotation – Exemple 1

- Bob et John sont des vendeurs chez la compagnie CompA. Alice est la réceptionniste. Lorsqu'un appel est destiné au service des ventes, les téléphones de Bob et de John sonnent simultanément. S'ils ne sont pas disponibles, alors l'appel est transféré à leurs téléphones cellulaires sinon l'appel est transféré à Alice. La compagnie autorise Bob et John de travailler à la maison. Les extensions au bureau d'Alice, Bob et John sont 4001, 4002 et 4003 respectivement. Les téléphones cellulaires de Bob et John sont 5143968801 et 5143968802 respectivement.
- Fichier *extensions.conf* est configuré comme suit :

[AppelEntrant_CompA]

exten => 4000,1,Dial(SIP/4002&SIP/4003)

exten => 4000,n,Dial(DAHD1/g0/5143968801&DAHD1/g1/5143968802)

exten => 4000,n,Dial(SIP/4001)

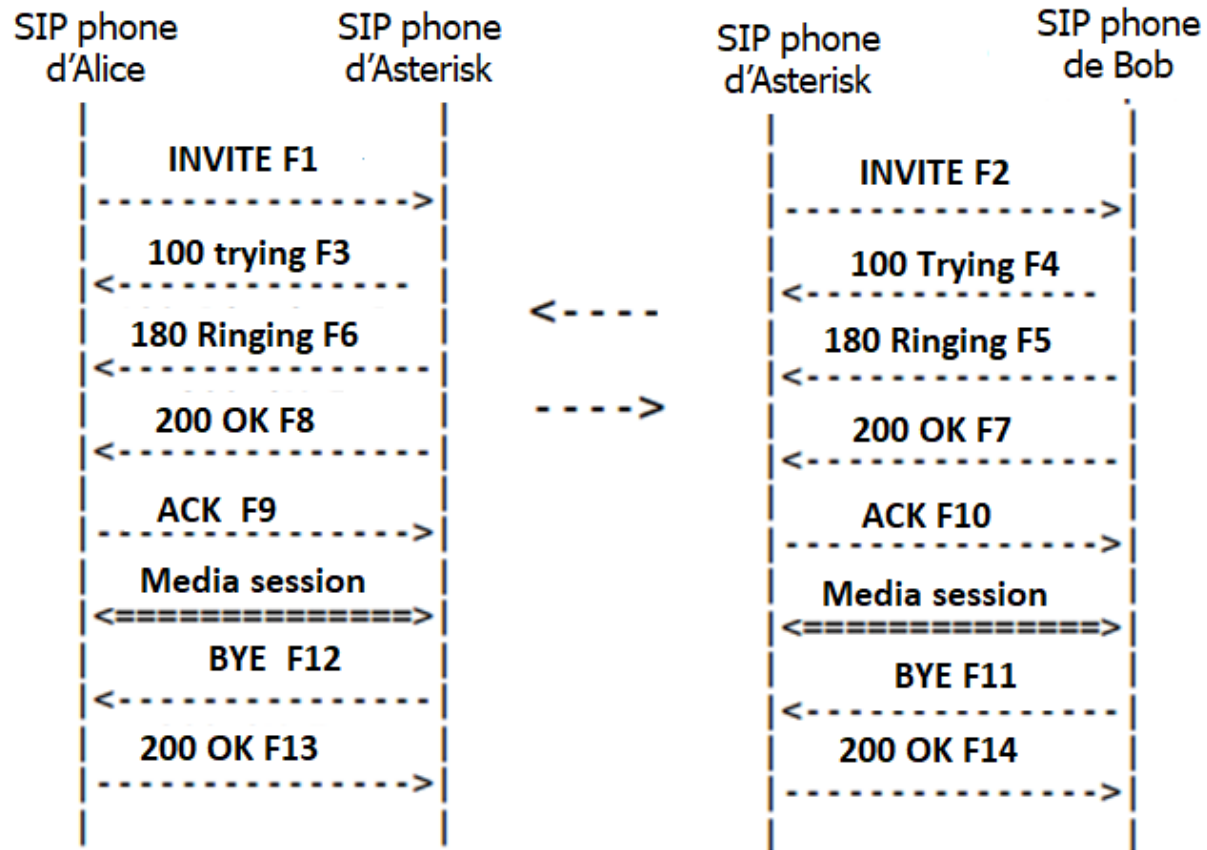
DAHD1: Digium Asterisk Hardware Device Interface

g0 et g1: opérateurs cellulaires

Quelques commandes utiles

- *Sip show peers*: permet de vérifier si les téléphones SIP sont enregistrés.
- *Sip show users*: permet d'identifier le contexte vers lequel les téléphones SIP vont envoyer les appels.
- *Dialplan show NomduContexte*: permet de vérifier que les extensions ont été correctement créées dans le contexte [NomduContexte]
- *Dialplan show 4001@NomduContexte*: permet de connaître l'extension qui va être exécutée lorsqu'on compose 4001.

Exemple Asterisk



IMS (IP Multimedia Subsystem)

- Principes généraux
- Protocoles/ Pile protocolaire IMS
- Architecture
- Entités fonctionnelles

IMS (IP Multimedia Subsystem): Principes généraux

- **IMS**

- plateforme commune à tout service sur IP
- contrôle l'accès à des serveurs d'applications ou à d'autres clients IMS
- Initialement défini par 3GPP (3rd Generation Partnership Project; release 5 (2003))
- Collaboration avec 3GPP2, ETSI, OMA, et IETF
- Utilise SIP, SDP, RTP, ...

- **Contexte de convergence**

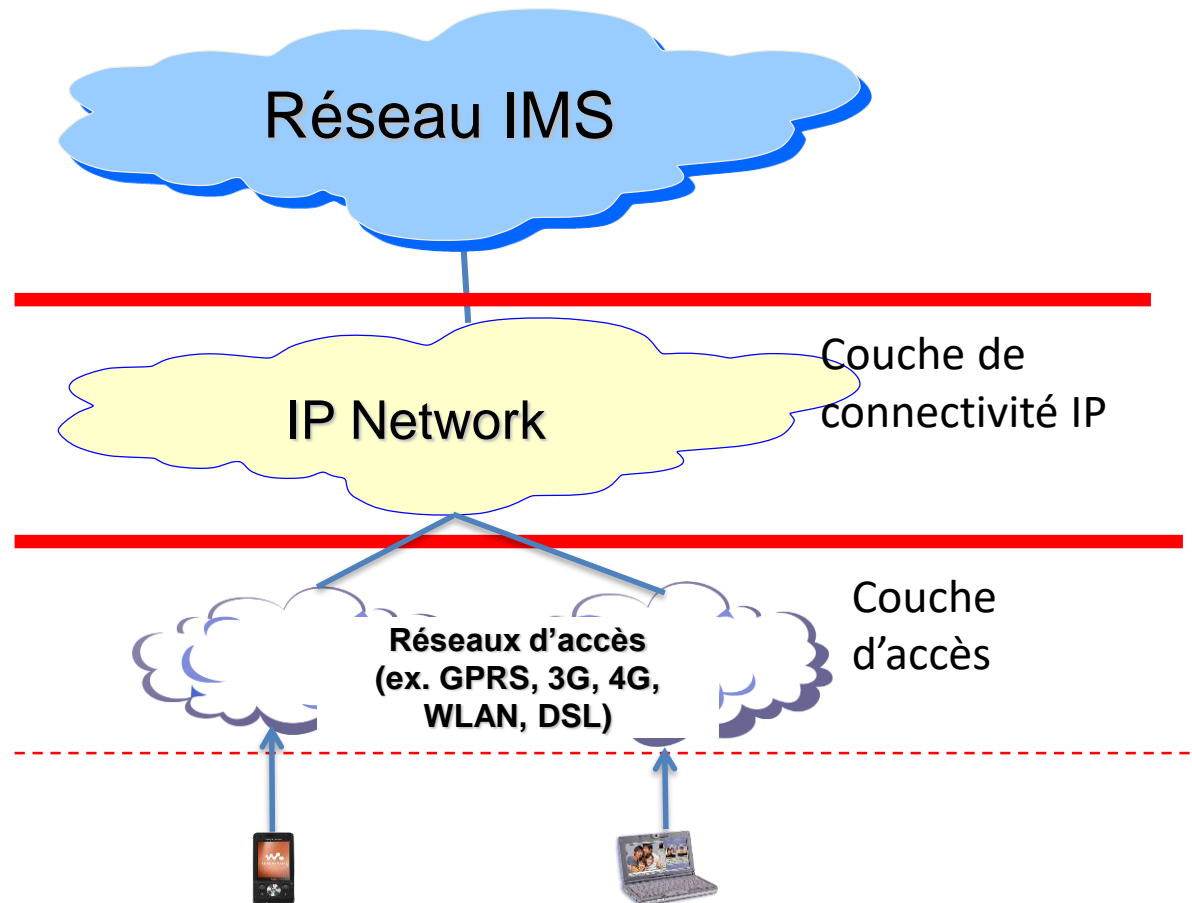
- télécoms/informatique
- hétérogénéité des réseaux d'accès
- tout s'oriente vers le monde IP

Principes généraux

- **Exemple de services gérés par IMS**
 - Les services VoIP
 - Conférence audio et vidéo
 - Entre plusieurs utilisateurs
 - L'ajout et la suppression de participants peuvent s'effectuer à la volée
 - Présence
 - Voir quels membres ou groupes sont disponibles pour une conférence
 - Collaboration
 - Les participants à un projet peuvent communiquer par voix, texte, tout en échangeant des graphiques, vidéos,...
 - Demande de contenu
 - Exemple: vidéo à la demande
 - Faire un achat en ligne
 - Saisie du numéro de carte Visa (ou autre) sécurisée

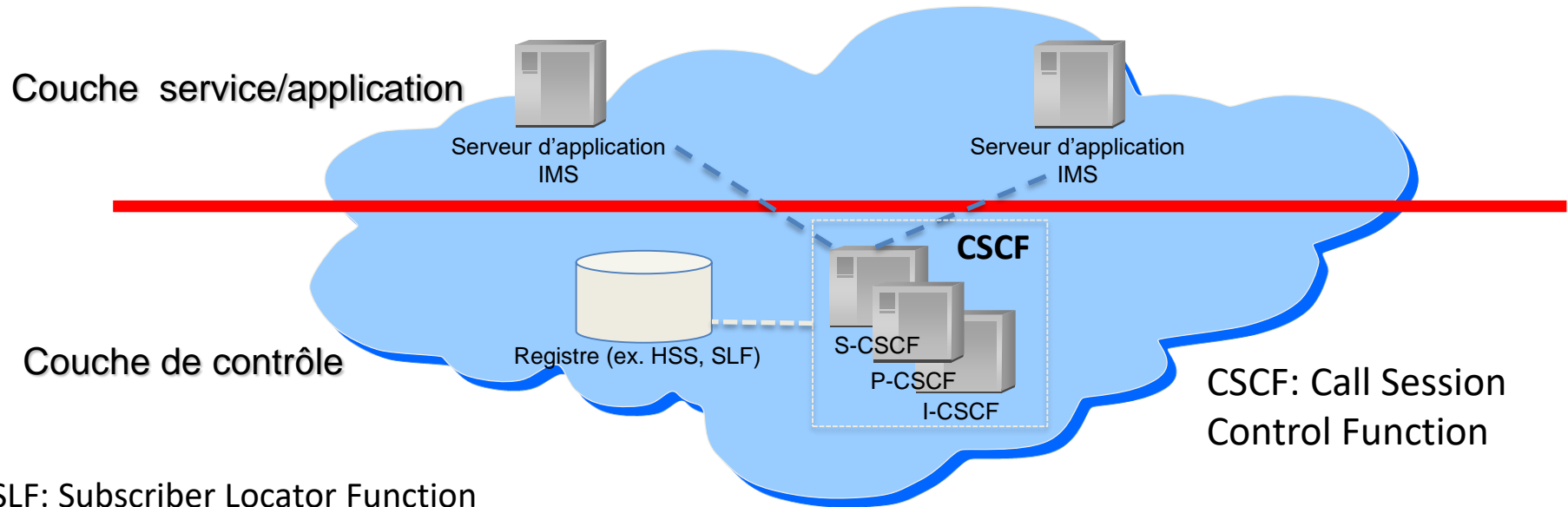
Architecture

- IMS est un réseau de recouvrement (overlay network), au-dessus d'un réseau IP existant



Architecture

- L'architecture IMS est organisée en deux couches
 - La couche de services et applications
 - Inclut et exécute un ensemble de services
 - La couche de contrôle
 - Inclut les nœuds responsables de la gestion d'appel (par ex. établissement, modification, terminaison, facturation)
- Les deux couches se situent au-dessus de la couche de connectivité IP



Application

Multiparty
Conferencing

Resource
Sharing

Virtual
Collaboration

Broadcasting

Games

....

Service

SIP Applications Server

Parlay / OSA

....

Session Control

Diameter

HSS

I-CSCF

S-CSCF

P-CSCF

MGCF

SIP

Access

SIP

H.248

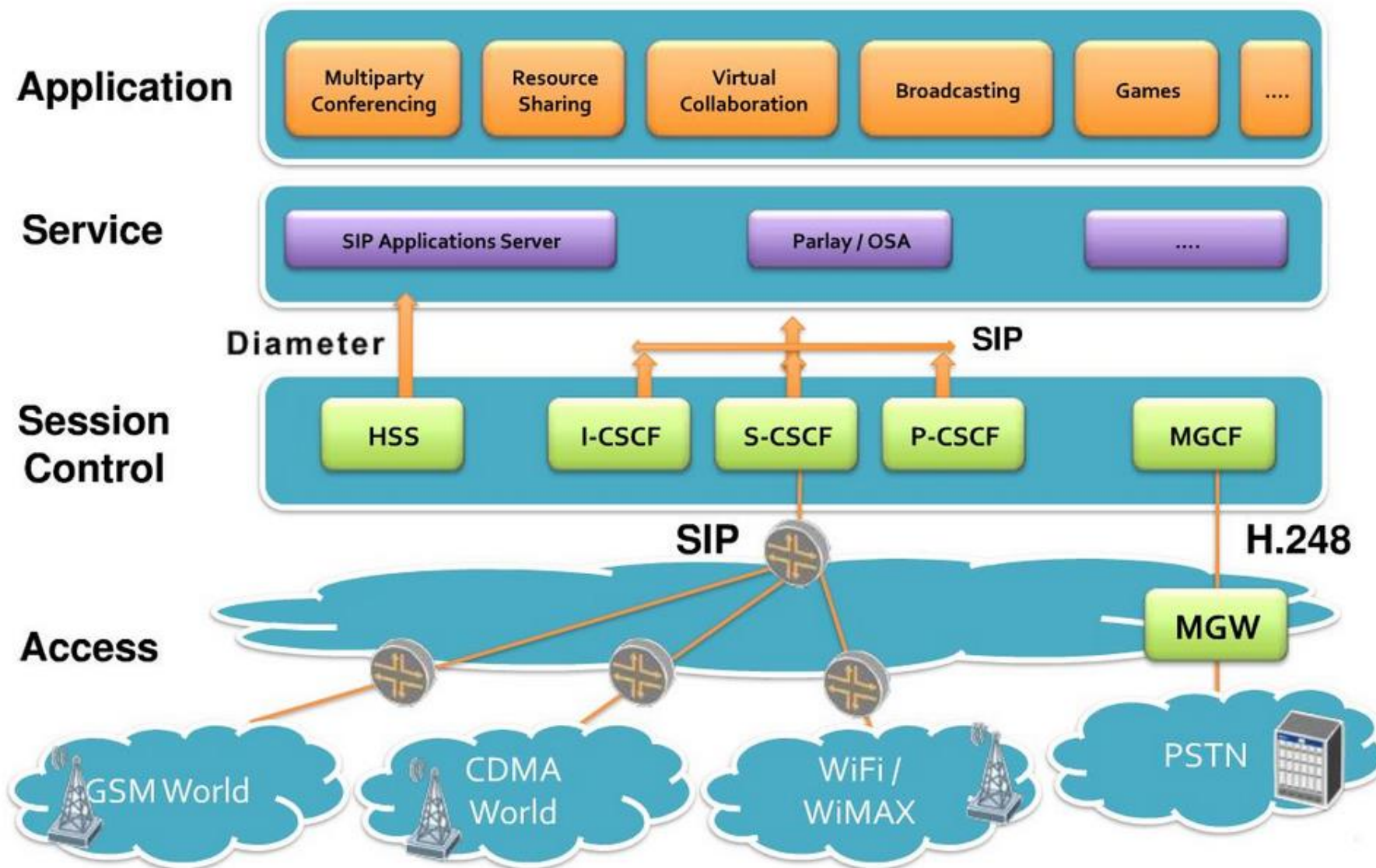
MGW

PSTN

GSM World

CDMA
World

WiFi /
WiMAX



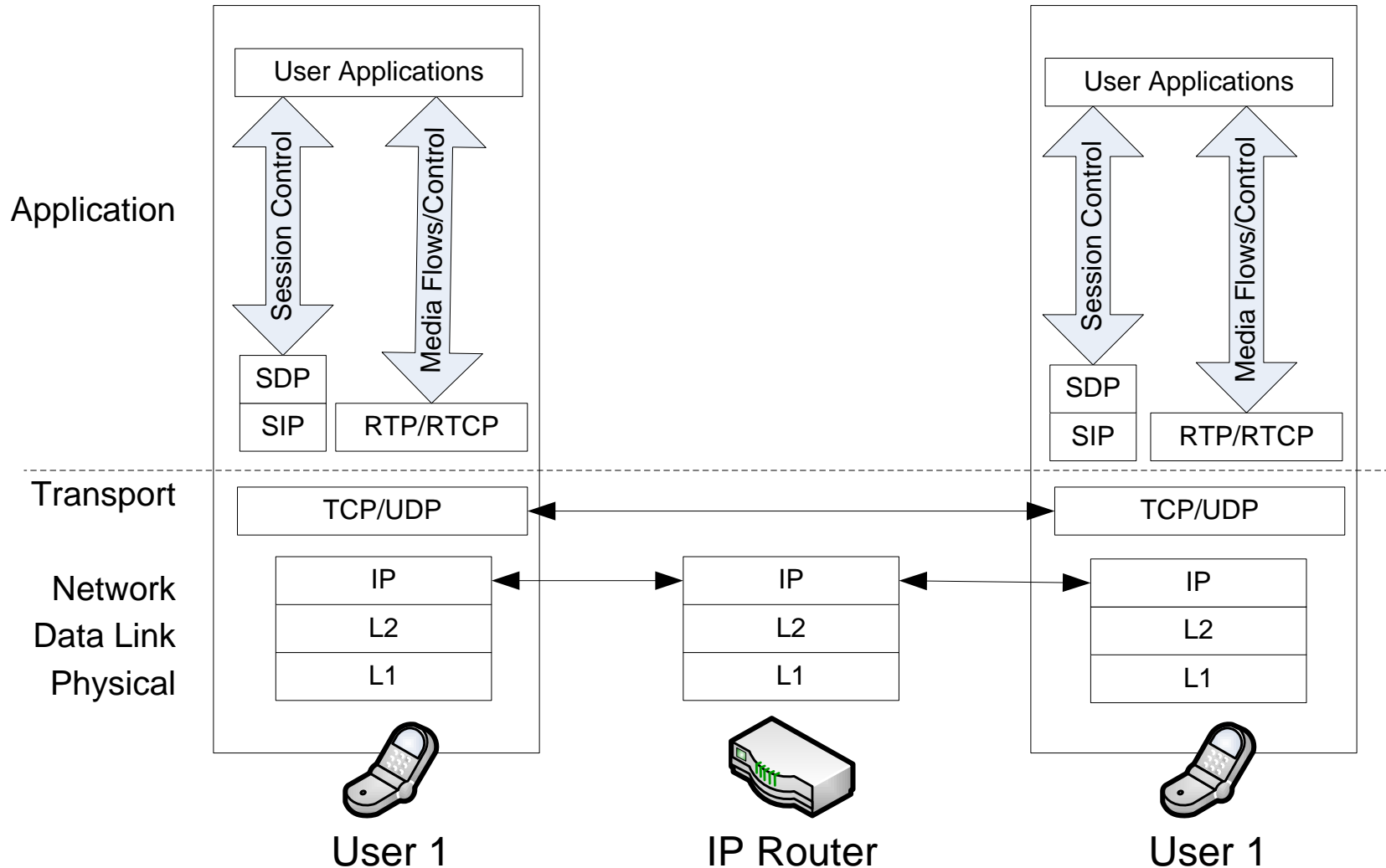
Principes généraux

- **Architecture IMS**

L'architecture IMS est une collection de fonctions interconnectées par des interfaces standardisées. Ces fonctions peuvent être combinées à l'intérieur d'un seul nœud ou réparties à travers plusieurs nœuds

- CSCF (Call Session Control Function): fonction primaire de contrôle de session subdivisée en trois entités:
 - P-CSCF (Proxy CSCF)
 - S-CSCF (Serving CSCF)
 - I-CSCF (Interrogating CSCF)
- HSS (Home Subscriber Server) et SLF (Subscriber Location Function)
- MRF (Multimedia Resource Function) réparti en MRFC et MRFP
- MGCF (Media Gateway Control Function), MGW (Media Gateway) et SGW (Signaling Gateway)

Pile de protocoles IMS



Protocoles

- **SIP est le principal protocole utilisé dans le réseau IMS**
 - Le protocole SIP est utilisé par les équipements du réseau IMS (CSCF en particulier) pour le contrôle de session (établissement, modification et terminaison)
 - Une session représente une connectivité à des services offerts dans un réseau IMS tels que email, messagerie instantanée, la voix et vidéo. Elle est établie dès que deux ou plusieurs participants échangent des données
- **Megaco/H-248**
 - Entre le MRFC (Multimedia Resource Function Controller) et le MRFP (Multimedia Resource Function Processor)
 - Entre le MGCF (Media Gateway Control Function) et le MGW (Media GateWay)
- **Diameter**
 - Le HSS (Home Subscriber Server) communique avec les CSCFs à l'aide du protocole Diameter
 - Diameter est un protocole AAA (Authentication, Authorization and Accounting) défini par l'IETF RFC 6733
 - Il assure la sécurisation des communications

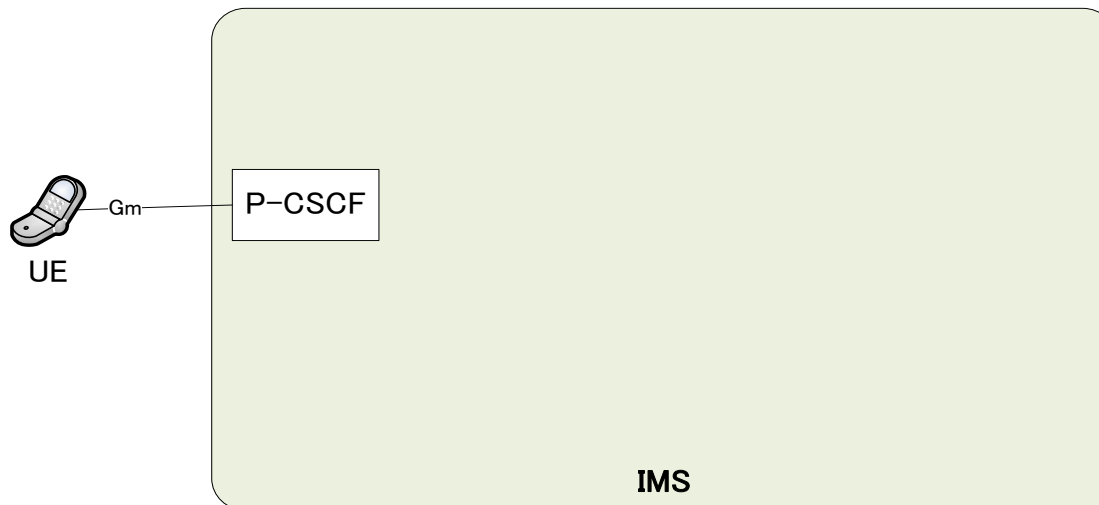
Protocoles

- **L'utilisation de SIP dans IMS :**
 - Déterminer le réseau de domicile de l'utilisateur
 - Définir les possibilités de l'appareil
 - Codecs, média, ...
 - Définir les droits de l'utilisateur
 - média, temps de session,...
 - Établir la connexion et définir les paramètres d'appel
 - Gérer la session
 - modification des paramètres, mettre fin à la session, activer les applications,...

Entités fonctionnelles: P-CSCF

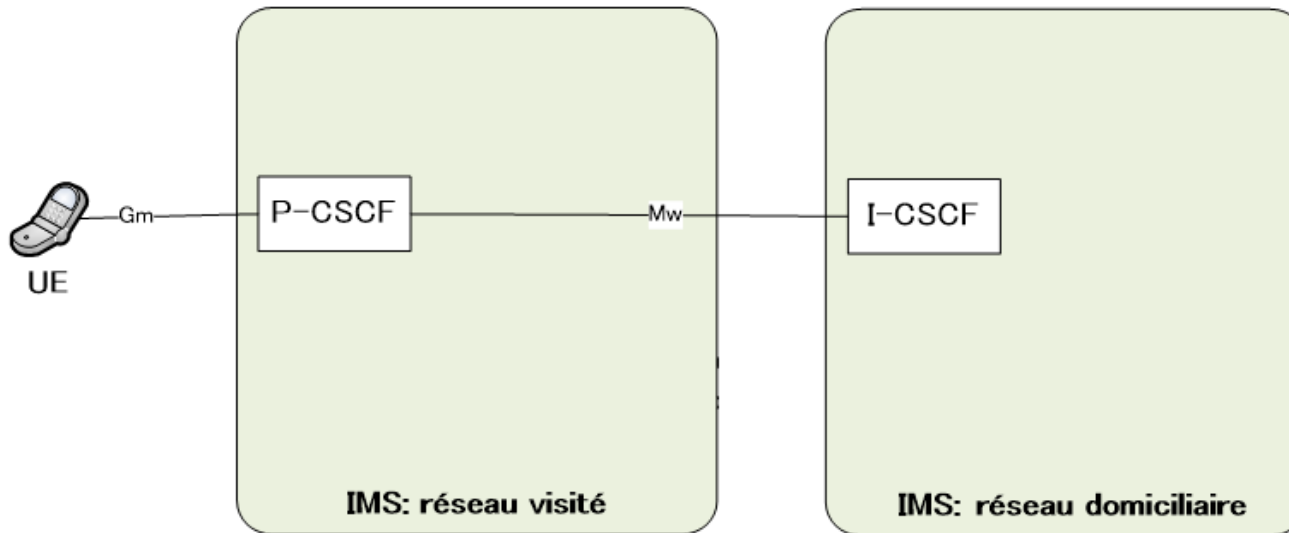
- **Le Proxy CSCF (P-CSCF)**

- Le premier point de contact (sur le plan de signalisation) entre un terminal IMS (ou le User Equipment-UE) et le réseau IMS
- Authentifie l'utilisateur, effectue un contrôle d'accès et établit une connexion sécurisée avec le terminal
- Agit comme intermédiaire entre le terminal et le réseau
- Génère l'information de facturation
- Peut être situé soit dans le réseau visité, soit dans le réseau domiciliaire



Entités fonctionnelles: I-CSCF

- **L'Interrogating CSCF (I-CSCF)**
 - Est un SIP Proxy situé à la limite d'un domaine administratif
 - Route les requêtes SIP vers la destination appropriée
 - Généralement, situé dans le réseau domiciliaire

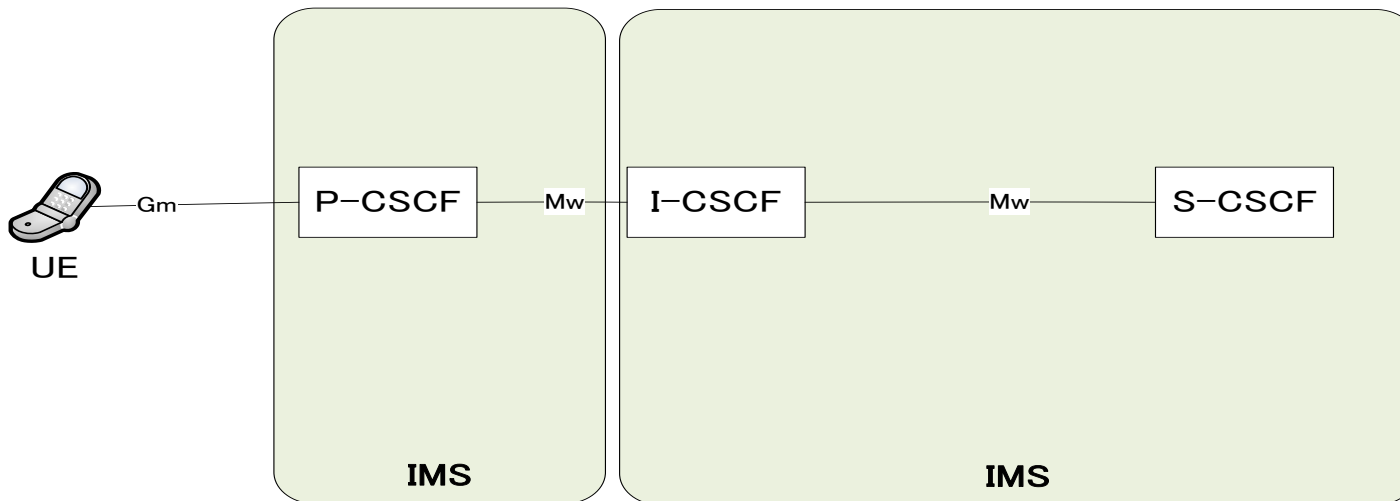


Copyright © 2010 Telecomuniquipe

Entités fonctionnelles: S-CSCF

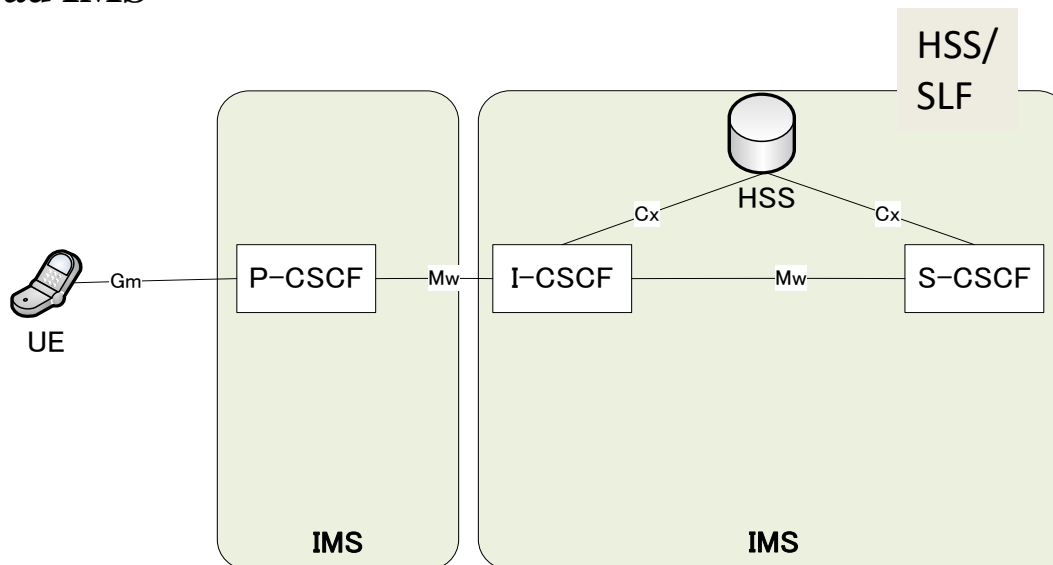
- **Le Serving CSCF (S-CSCF)**

- C'est le nœud central sur le plan de signalisation
- Se charge du contrôle de session
 - Maintient l'état de la session, interroge le HSS pour vérifier les droits d'un utilisateur et les services auxquels il est abonné (son profil), trouve le serveur d'application approprié, fournit la route SIP
- Toujours situé dans le réseau domiciliaire



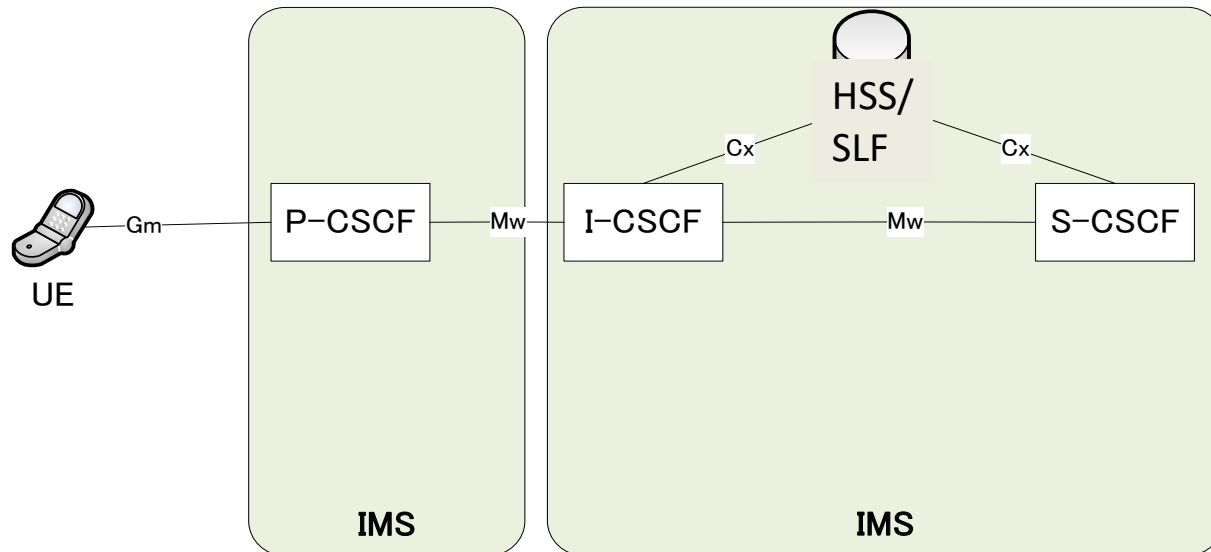
Entités fonctionnelles: HSS

- **Le Home Subscriber Server (HSS)**
- **HSS est la base de données contenant toute l'information reliée à l'abonnement et requise pour gérer les sessions multimédias de l'utilisateur:**
 - compte utilisateur
 - localisation
 - droits d'accès et sécurité (authentification et autorisation)
 - profil de l'utilisateur incluant le profil du service auquel l'utilisateur est abonné
 - S-CSCF alloué à l'utilisateur
- **HSS est protégé par les serveurs CSCF, il est accessible seulement à l'intérieur d'un réseau IMS**



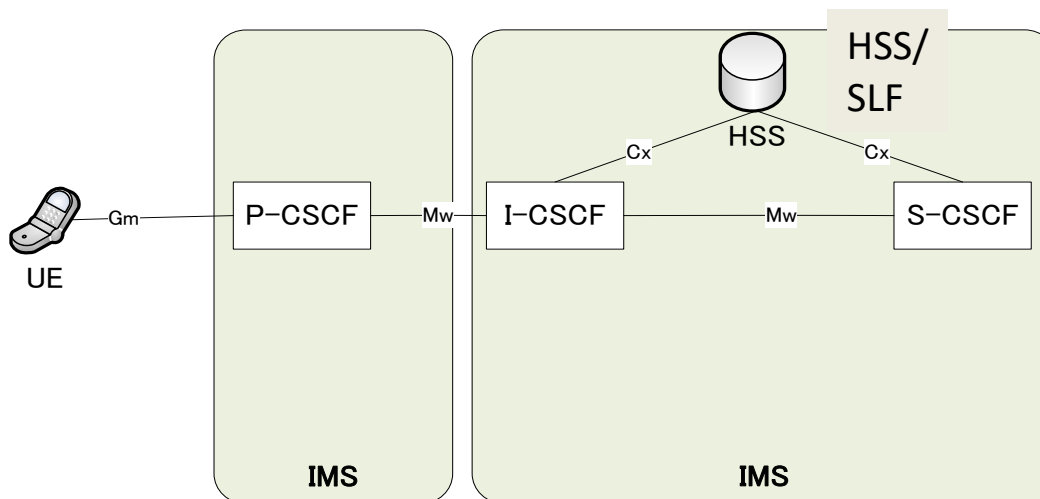
Entités fonctionnelles: HSS

- Un réseau possédant plusieurs HSS nécessite un SLF (Subscriber Location Function)
- SLF est une base de données qui fait correspondre les adresses des usagers aux HSSs
- Un nœud qui envoie une requête contenant l'adresse d'un usager au SLF obtient le HSS qui conserve toutes les informations liées à cet usager
- HSS et SLF utilisent le protocole Diameter
- HSS est toujours localisé dans le réseau domiciliaire/mère



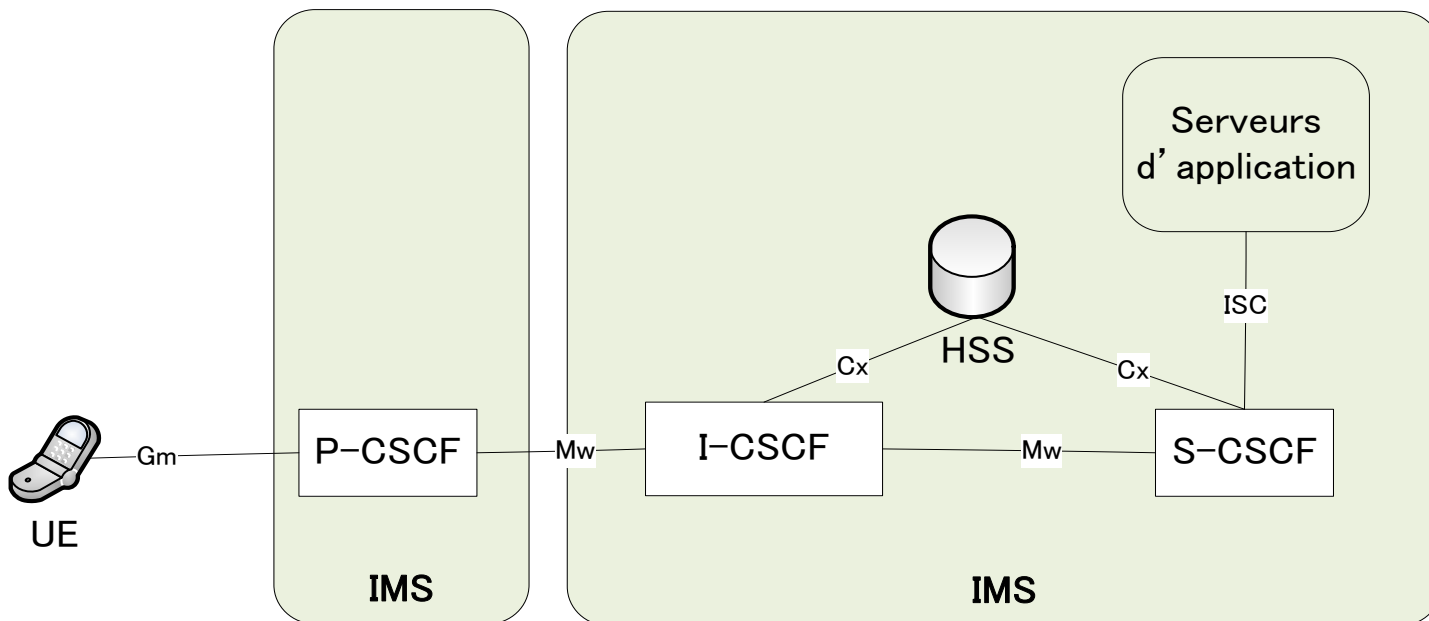
Entités fonctionnelles: HSS

- Le I-CSCF communique avec le HSS pour récupérer les informations de localisation des utilisateurs et route les requêtes SIP vers la destination appropriée (généralement un S-CSCF)
- Le S-CSCF communique avec le HSS pour:
 - Télécharger les vecteurs d'authentification de l'utilisateur
 - Télécharger le profil de l'utilisateur
 - Informer le HSS qu'il est le S-CSCF alloué à l'utilisateur pour la durée de l'enregistrement.



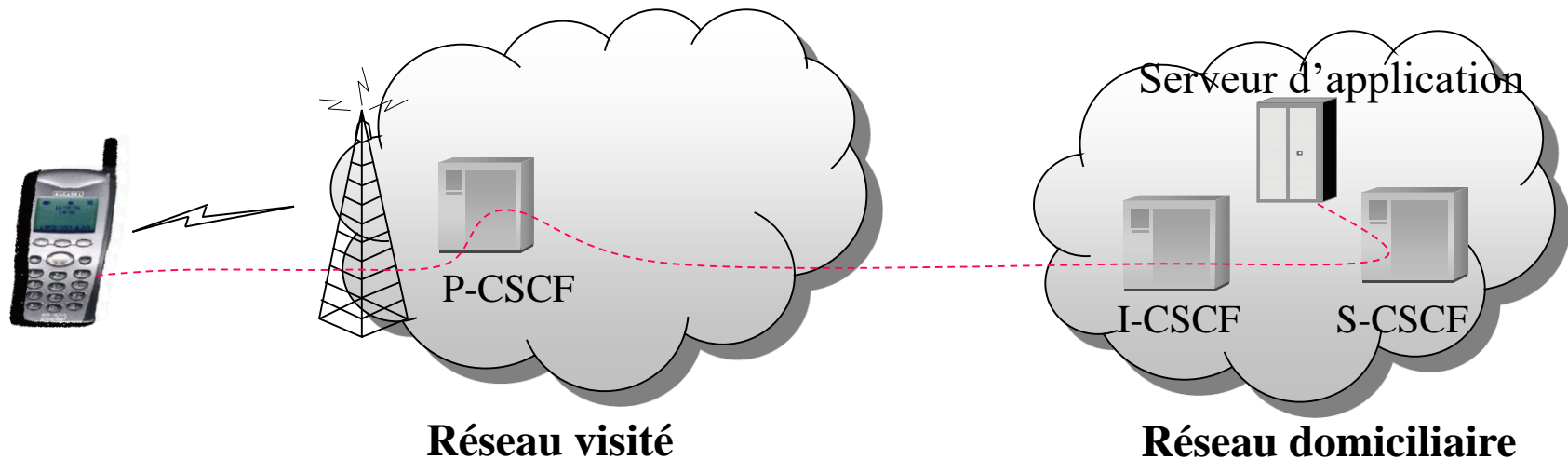
Entités fonctionnelles: serveurs d'applications

- **Les serveurs d'applications**
 - Offrent les applications/services IMS
 - Le serveur d'application peut être dans le réseau IMS ou dans un réseau tiers



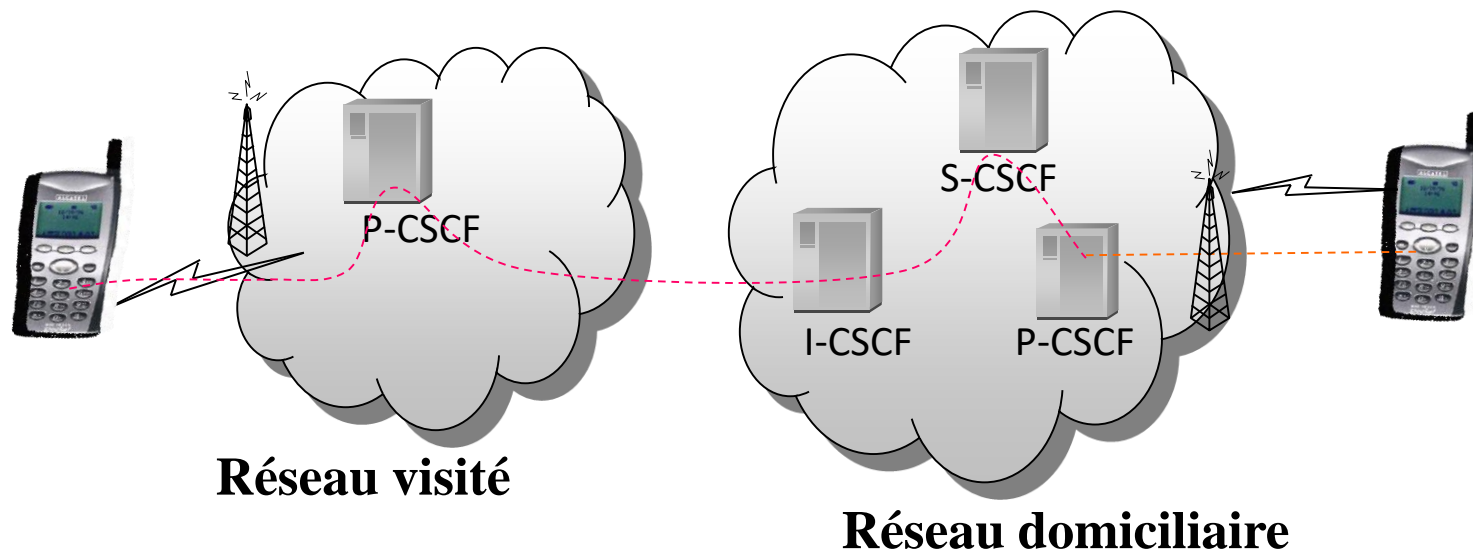
Entités fonctionnelles: exemple

- Scenario-1
 - Le P-CSCF est dans le réseau visité



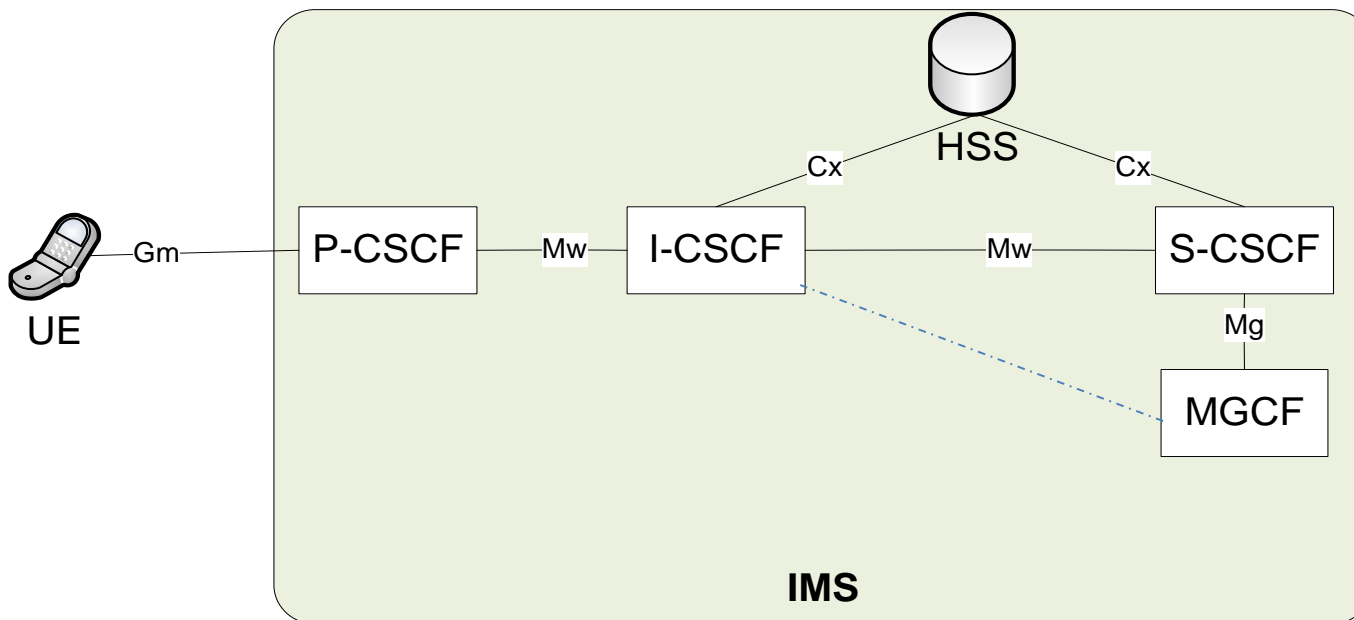
Entités fonctionnelles: exemple

- Scenario-2
 - Un P-CSCF situé dans le réseau visité et un autre dans le réseau domiciliaire



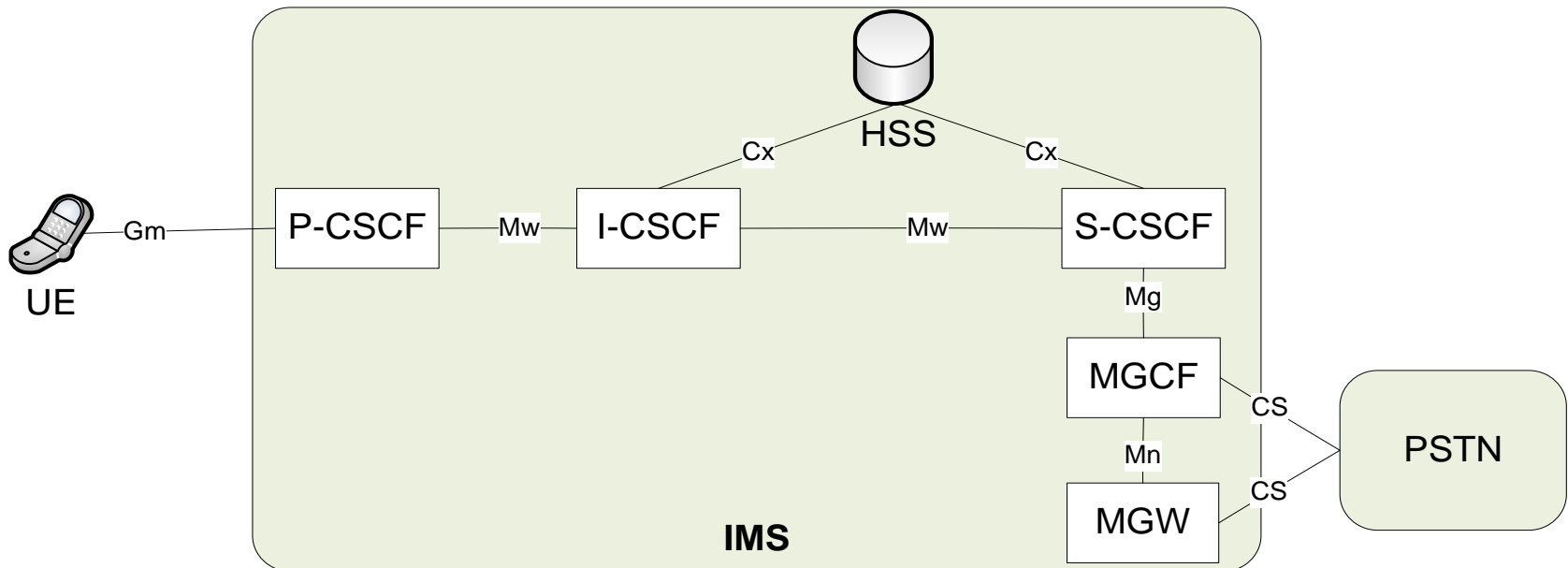
Entités fonctionnelles: MGCF

- **La Media Gateway Control Function (MGCF)**
 - Conversion de protocole de contrôle d'appels entre PSTN/2G et IMS
 - Identification de l'I-CSCF pour un appel entrant du PSTN
 - Contrôle de la MGW



Entités fonctionnelles: MGW

- **La MGW (Media Gateway)**
 - Responsable de la conversion de média (sous le contrôle de la MGCF) entre 2G et IMS
 - codec, annulation d'écho, conférences



Entités fonctionnelles: MRF

- **Entités de contrôle – Sessions multi participants multimédias**

MRF (Media Resource Function): deux modules

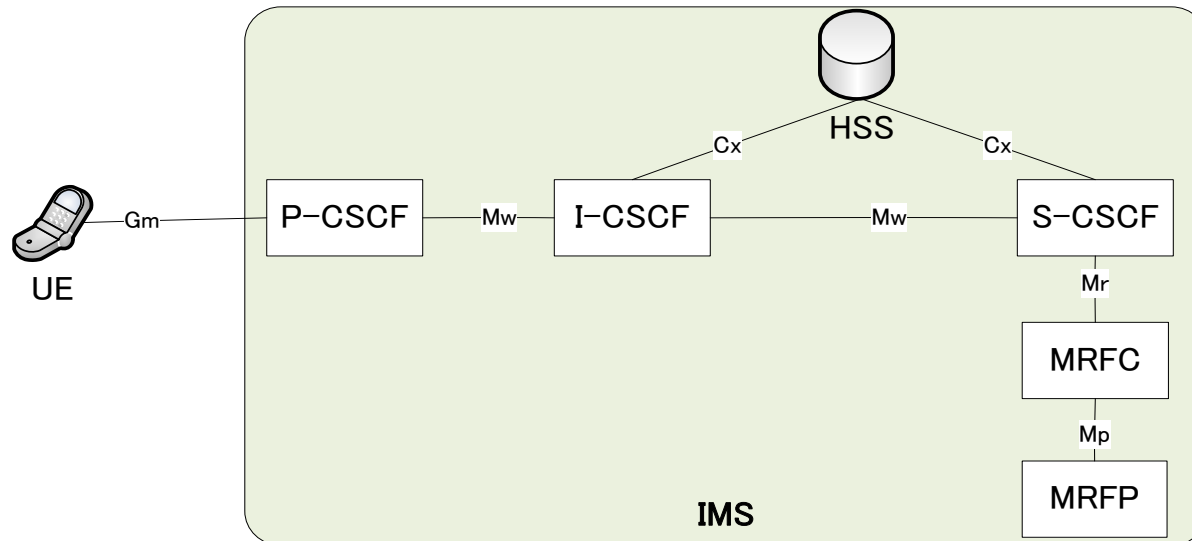
- **MRFC (MRF controller)** au niveau plan de signalisation:

- contrôle les flux média en interprétant les requêtes envoyées par un serveur d'application ou un S-CSCF

- **MRFP (MRF processor)** au niveau plan média:

- Gère les interactions entre les usagers et les fonctions médias telles combinaison de média (mixing) et transcodage (ex. conférence)

– *MRF est toujours localisé dans le réseau mère*

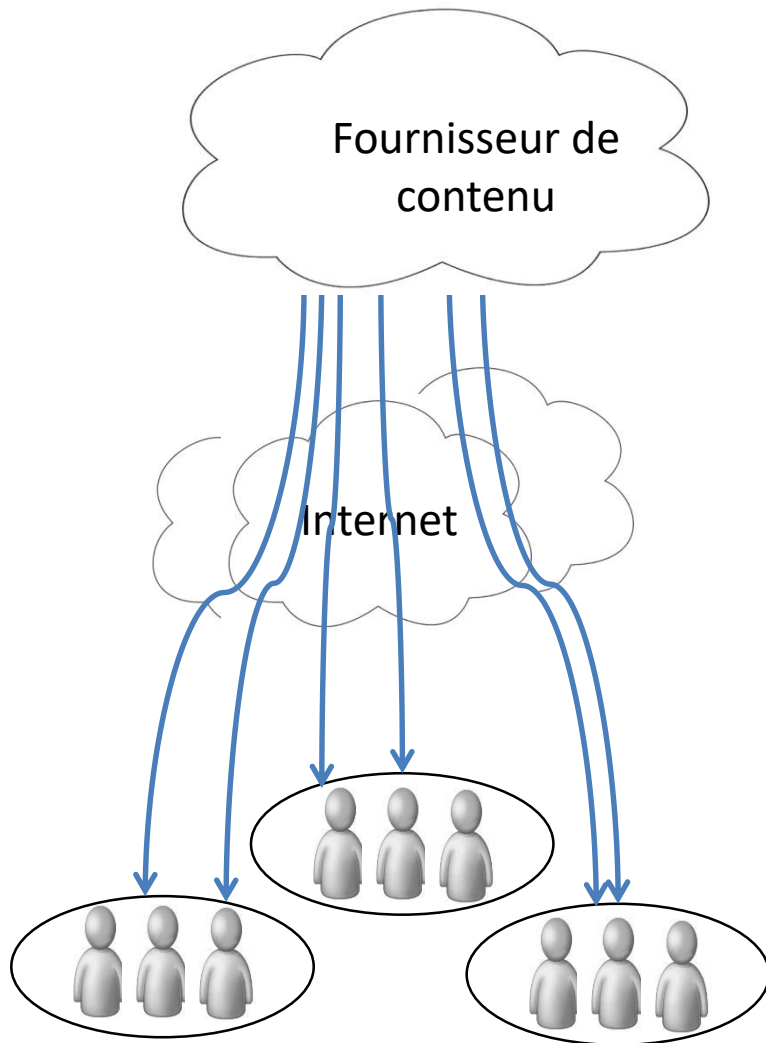


Réseau de diffusion de contenu (CDN)

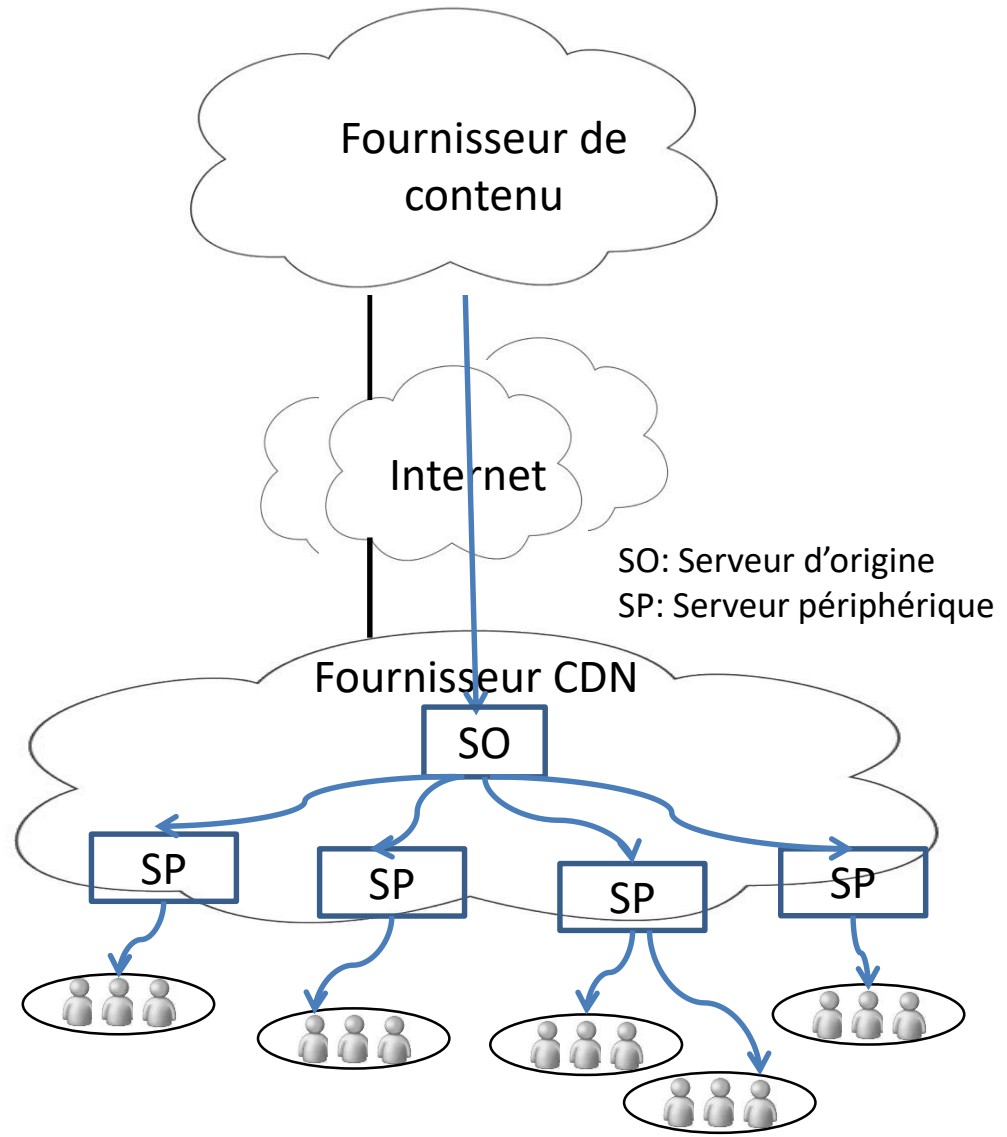
- C'est quoi un réseau de diffusion de contenu?
- Infrastructure CDN
- Composantes CDN
- Déploiement du CDN
- Distribution du contenu dans CDN
- Acheminement des requêtes dans CDN
- Exemples de fournisseurs CDN

CDN - Principes généraux

Diffusion de contenu à travers l'Internet



Diffusion de contenu à travers CDN



Réseau de diffusion de contenu - CDN (Content Delivery Network): Principes généraux

- **Contexte**

- Améliorer l'expérience utilisateur en offrant un téléchargement de contenu efficace et rapide
- Offrir du contenu avec la même qualité pour tous les consommateurs, indépendamment de leur localisation géographique

- **Stratégie d'amélioration**

- Architecture distribuée de diffusion de contenu où les serveurs de contenu sont placés proche du consommateur
 - Serveurs d'origine: permettent d'introduire le contenu dans un réseau CDN
 - Serveurs périphériques: répliquent les contenus des serveurs d'origine

- **CDN**

- Une plateforme de diffusion de contenu à travers l'Internet qui permet:
 - Répliquer le contenu dans des serveurs antémémoire (*caching server*) distribués à travers l'Internet
 - Identifier le serveur le plus proche du consommateur pour assurer une livraison rapide du contenu
- Plusieurs standards: ETSI, IETF
- Utilise HTTP, RTP, ...

Historique

- **1^e génération:** diffusion de contenu statique et dynamique
 - Développement des serveurs périphériques
 - Développement de méthodes de routage et de calcul périphérique
- **2^e génération:** vidéo sur demande, audio et vidéo streaming, les nouvelles sur demande et diffusion de contenu pour les consommateurs mobiles.
 - Utilisation d'une architecture pair-à-pair pour le partage de fichiers (ex. BitTorrent)
 - Développement de techniques de diffusion de contenu basées sur l'Infonuagique
- **3^e génération:** autoconfiguration, autogestion et autoadaptation de la diffusion du contenu.
 - Utilisation de stratégies d'intelligence artificielle, de gestion de mégadonnées, etc.

Principes généraux

- **Contenu:** désigne toutes les ressources de données numériques. Il comprend:
 - Multimédias codés: inclut des données multimédias statiques, dynamiques et en continu (ex., audio, vidéo, documents, images et des pages web)
 - Métadonnées: représente la description du contenu qui permet l'identification, la découverte et la gestion des données multimédias.
- **Entités de l'architecture CDN:**
 - Fournisseur de contenus (ou client, ex. Netflix) : fournit le contenu à diffuser
 - Fournisseur CDN (ex. Amazon Web Service AWS): fournit les installations de l'infrastructure pour les fournisseurs de contenus. Ces installations doivent assurer la diffusion efficace et fiable du contenu.
 - Consommateurs (ou utilisateurs) : accède au contenu à partir du site web du fournisseur de contenus.

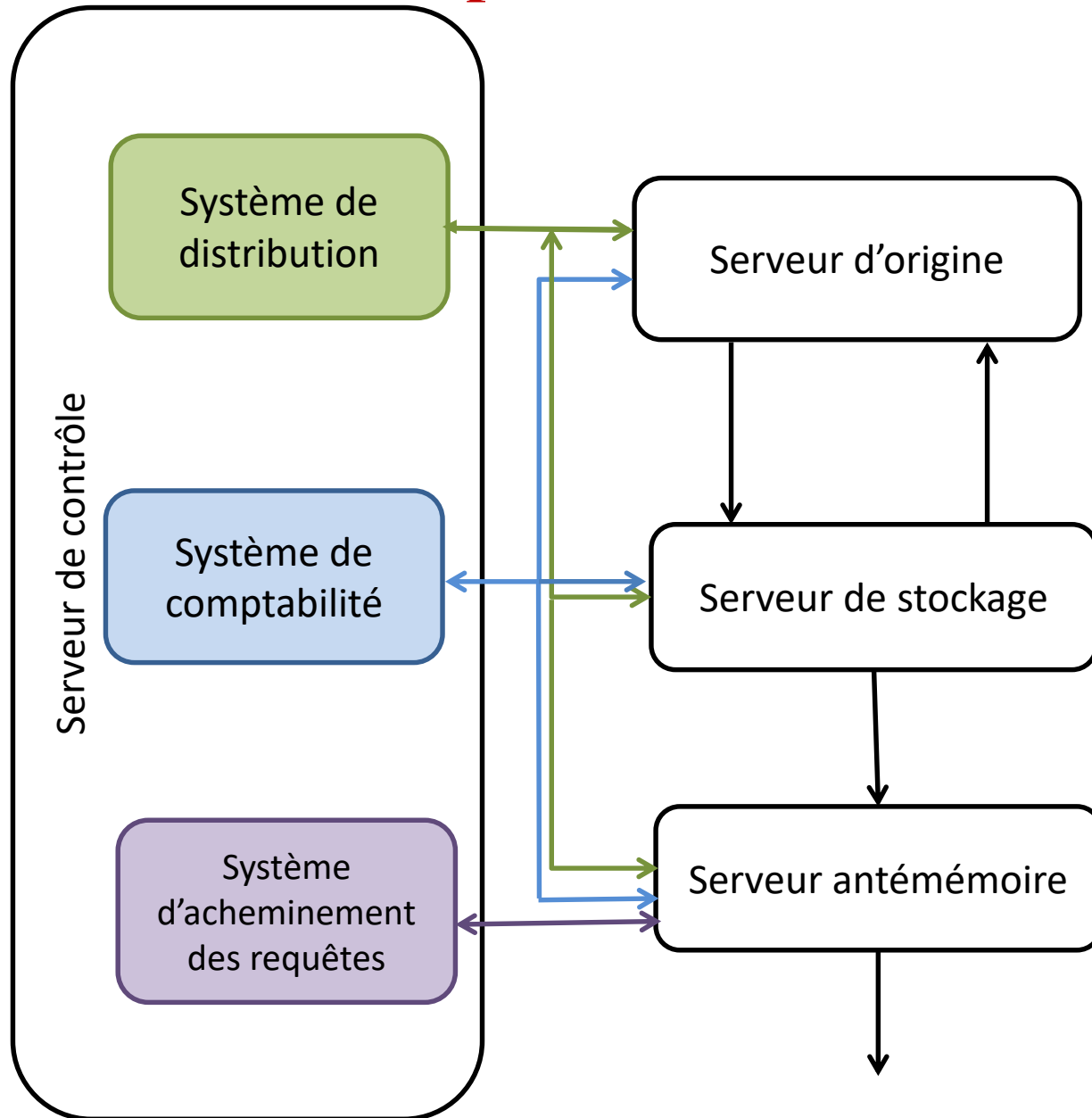
Infrastructure CDN

- **Infrastructure de diffusion de contenu:** livre les contenus aux utilisateurs
 - **Serveur d'origine (SO)** : La source principale de diffusion de contenu hébergé par l'opérateur réseau ou le fournisseur du réseau CDN. Plusieurs serveurs d'origine peuvent être déployés pour assurer une mise à l'échelle et une résilience aux pannes.
 - **Serveur de stockage (SS)** : joue le rôle d'un tiers serveur antémémoire, situé entre le SO et le SA. Il fournit le contenu aux SA. Les serveurs SS sont utilisés aussi pour la prépublication de contenu, la facturation ou toute autre tâche de gestion ou d'administration.
 - **Serveurs d'antémémoire (SA) (*caching, edge ou surrogate servers*) et/ou serveurs de réplication** : permet de répliquer le contenu. Les serveurs SA sont placés à différentes localisations géographiques proches de l'utilisateur. Ils offrent une ou plusieurs applications de diffusion de contenu.

Infrastructure CDN

- **Infrastructure de contrôle** : gère, achemine et surveille le contenu, surveille les performances de la diffusion, contrôle les états du système et de la diffusion, gère le stockage des contenus et les mémoires cache
 - **Système d'acheminement de requêtes**: dirige la requête de l'utilisateur vers le SA approprié
 - **Système de distribution**: livre le contenu du SO au SA et assure la consistance du contenu dans les mémoires caches (expiration d'une sauvegarde)
 - **Système de comptabilité**: collecte les logs liés aux accès des utilisateurs et enregistre les données liées à l'utilisation des serveurs CDN

Composantes du CDN



Déploiement du CDN (niveau transport)

Les serveurs CDN, placés à différentes localisations géographiques, gèrent la diffusion du contenu à travers un réseau de transport. Il existe deux stratégies de déploiement:

- **Stratégie de recouvrement:** Les équipements du réseau de transport (commutateurs, routeurs, etc.) fournissent les fonctions de base de connectivité et la QoS pour le trafic transporté, mais ils n'interviennent pas dans la diffusion du contenu (ex., Akamai, AppStream, Limelight Networks). Ainsi, le fournisseur de CDN n'a pas besoin de gérer les équipements de l'infrastructure réseau de transport.
- **Stratégie réseau:** un équipement du réseau de transport peut jouer le rôle d'un front end pour une ferme de serveurs CDN et rediriger les requêtes de contenu vers le serveur antémémoire le plus proche. Ces équipements fournissent des fonctions qui permettent d'identifier des types spécifiques d'applications et d'acheminer les requêtes en se basant sur des politiques prédéfinies.

La distribution du contenu dans CDN

La distribution du contenu inclut: le positionnement des serveurs périphériques dans des localisations géographiques stratégiques (déploiement niveau application) ainsi que la sélection et la livraison du contenu à répliquer.

- **Positionnement des serveurs périphériques:** Consiste à identifier les emplacements des serveurs.
 - Objectif: réduire le délai d'accès au contenu + réduire la bande passante utilisée lors du transfert du contenu à l'utilisateur.
 - => améliorer la QoS et réduire les coûts d'infrastructure et de communication pour le fournisseur CDN.

La distribution du contenu dans CDN

- **Nombre de serveurs périphériques:** Consiste à identifier le nombre de serveurs requis selon une approche à **multi-ISP** ou à **ISP (Internet Service Provider) unique**.
- **Multi-ISP (Enter deep)** : - consiste à déployer des grappes de serveurs SA dans des ISP d'accès donc proches des utilisateurs assurant fiabilité et rapidité de diffusion de contenu. Par exemple, Akamai possède plus de 200,000 SA distribués sur environ 1700 emplacements.
- **ISP unique (Bring home)**: consiste à placer de grands clusters de serveurs antémémoire (SA) en un nombre plus petit de localisations, typiquement dans des IXP.

La distribution du contenu dans CDN

- **Sélection et livraison du contenu:** une stratégie de sélection (du contenu à répliquer) et de livraison de contenu permet de réduire le temps de téléchargement du contenu et la charge de travail sur les serveurs.
 - **Stratégie de sélection:** Il existe plusieurs approches
 - **Sélection empirique:** l'administrateur du site de contenu sélectionne d'une manière empirique le contenu à répliquer dans les SA selon certaines heuristiques. Cette approche exige de bien choisir l'heuristique
 - **Sélection basée sur la popularité d'un objet:** les contenus les plus populaires sont répliqués dans les SA. La fiabilité des statistiques collectées n'est pas garantie, car la popularité de chaque contenu varie considérablement. Statistiques non disponibles pour un objet nouvellement introduit par le fournisseur.
 - **Sélection basée sur les grappes:** Les contenus sont groupés selon leur corrélation ou leur fréquence d'accès.
 - » **Sélection basée sur les sessions:** les fichiers log permettent de grouper les sessions de navigation des utilisateurs avec des caractéristiques similaires comme des modèles de navigation similaire et des pages ayant des contenus associés
 - » **Sélection basée sur l'URL:** Les objets les plus populaires sont identifiés à partir du site web et sont répliqués sous forme de grappes. La corrélation entre les paires d'URLs est basée sur une certaine métrique (ex., la stabilité des scores de popularité des contenus).

La distribution du contenu dans CDN

- **Stratégie de livraison** : Il existe deux approches:
 - livraison de contenu de dimensions ordinaires:
 - » Le SA réplique la totalité du contenu et livre la totalité du contenu à l'utilisateur.
 - » Approche simple, mais coûteuse en termes de capacité et de disponibilité de stockage et de mise à jour du contenu dynamique.
 - livraison de contenu de dimensions partielles:
 - » Le SA réplique partiellement le contenu pour ne livrer que les objets intégrés dans un contenu tels que les images d'une page web. Ainsi la page HTML de base est téléchargée du serveur d'origine, alors que les objets intégrés sont téléchargés du SA
 - » Permet de réduire la charge de travail sur le serveur d'origine et sur le SA. Lorsque le contenu intégré ne change pas fréquemment, cette approche offre de meilleures performances.

Acheminement des requêtes dans CDN

Le système d'acheminement utilise un ensemble de métriques pour acheminer les requêtes de l'utilisateur au SA le plus proche qui pourrait leur offrir le meilleur service.

- Métriques:

- La proximité du réseau périphérique
- La latence perçue par l'utilisateur
- La distance entre l'utilisateur et le SA
- La charge de travail du SA

- Stratégie d'acheminement:

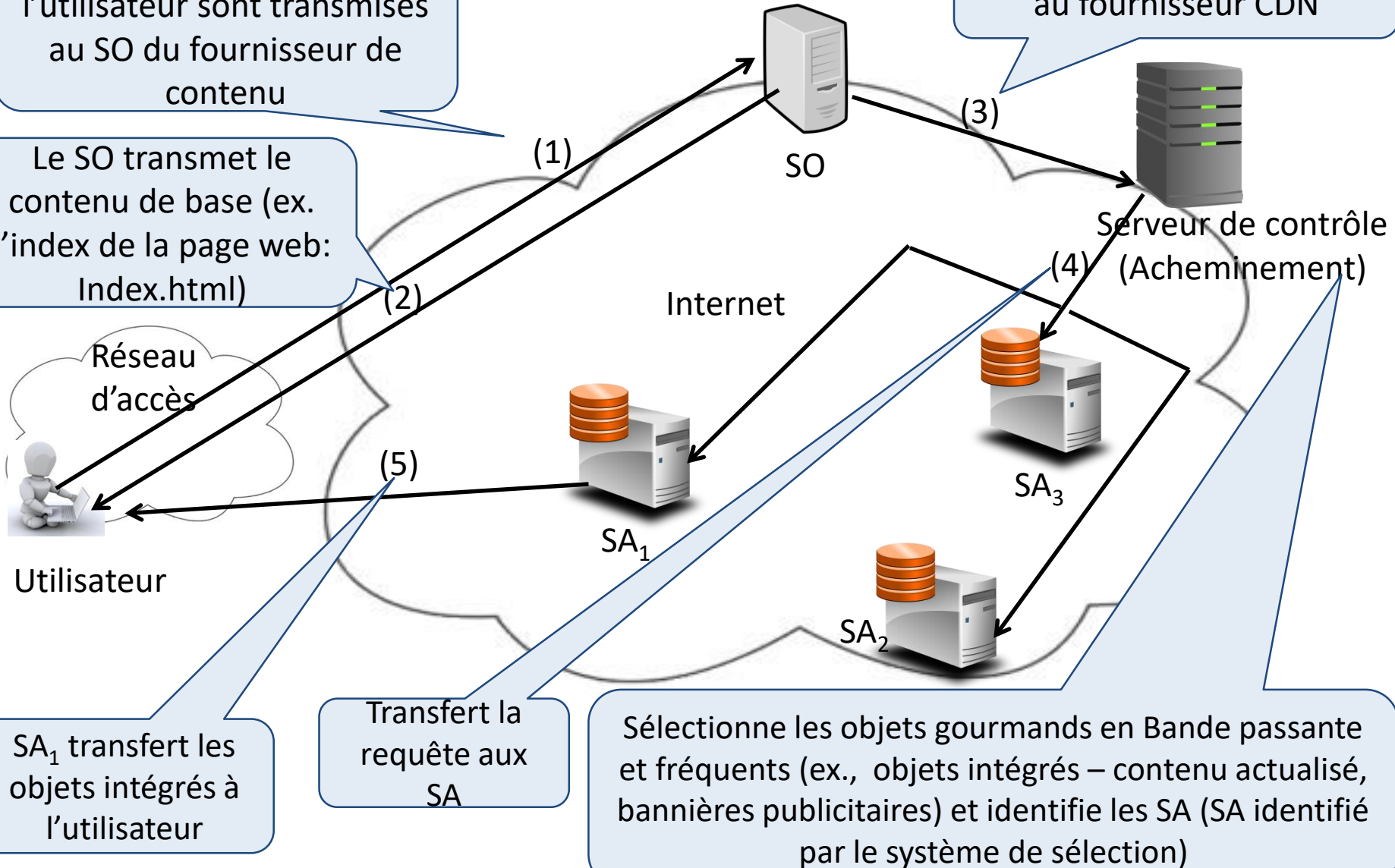
- Dans le cas d'une livraison de contenu de dimensions ordinaires, le système d'acheminement dirige la requête de l'utilisateur vers le SA, car il héberge tout le contenu
- dans le cas d'une livraison de contenu de dimensions partielles, le système d'acheminement est configuré de telle sorte à ce que le serveur d'origine livre le contenu de base alors que les SA livrent les objets intégrés.

Acheminement des requêtes dans CDN

Toutes les requêtes de l'utilisateur sont transmises au SO du fournisseur de contenu

Le SO transmet le contenu de base (ex. l'index de la page web: Index.html)

Le SO redirige la requête au fournisseur CDN



Exemples de fournisseurs CDN

- **Akamai:**

- déploie plus de 200,000 Serveurs dans plus de 1500 réseaux et à travers 120 pays.
- livre du contenu statique et dynamique ainsi que de l'audio et de la vidéo en continu.
- Statistiques: plus de 30 Terabits/sec (30×10^{18} bps) de trafic web, 3 trillions/jour de transactions Internet (ex., E-commerce)

- **Google: infrastructure comprenant:**

- déploie 14 méga-centres de données (8 en Amérique du nord, 4 en Europe et 2 en Asie) environ 100,000 serveurs par centre (servir: du contenu dynamique, messages gmail, resultats de recherche)
- 50 grappes dans des IXP éparpillés à travers le monde. 100 à 500 serveurs par grappe (servir du contenu statique incluant les vidéos youtube)
- Plusieurs centaines de grappes placées dans des ISP (multi ISP) une dizaine de serveurs par grappe.

- **EdgeStream:**

- Fournit des applications de vidéo en continu (ex., IPTV, VoD) à travers l'Internet.

Références

- Aterisk Administrator Guide, Aterisk Development Team, July 2016
- http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/23_series/23.228/23228-c60.zip
- <http://www.asterisk.org/>
- Voip-info.org
- <http://www.asterisk.org/get-started/asterisk-introductory-video?sid=1975>
- <http://cdn.oreillystatic.com/books/9780596510480.pdf>
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Asterisk_\(logiciel\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Asterisk_(logiciel))
- Al-Mukaddim Khan Pathan et al. A taxonomy and survey of content delivery networks. Technical Report, GRIDS-TR-2007-4, Grid Computing and Distributed Systems Laboratory, The University of Melbourne, Australia., (February 2007)