

**FFT Doc 09.002** v2.0 (Juin 2018)

---

Fédération Française des Télécoms  
Commission Innovation et Normalisation  
Groupe de travail Interconnexion IP  
Sous-groupe architecture

# **Architecture**

# **Principes et recommandations**

---



***Fédération Française des Telecoms***

Internet

---

<http://www.fftelecoms.org>

---

# Table des matières

<b>1.</b>	<b><i>Contexte</i></b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b><i>Références</i></b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b><i>Glossaire</i></b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b><i>Architecture</i></b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Architecture de raccordement</b>	<b>6</b>
4.1.1	Diminution du nombre de points de raccordement physique	6
4.1.2	Raccordement IP	6
<b>4.2</b>	<b>Architecture du service d'interconnexion</b>	<b>7</b>
4.2.1	Les points d'interconnexion logiques du service voix	7
4.2.2	Routage des appels voix vers un numéro téléphonique national et interconnexion en mode IP	7
4.2.3	Les protocoles	7
4.2.3.1	Le choix des protocoles	7
4.2.3.2	Transport du protocole SIP	7
4.2.3.3	Transport du flux média :	7
4.2.4	DTMF	8
4.2.5	Les codecs	8
4.2.5.1	Codecs à bande étroite	8
4.2.5.2	Codecs à large bande	9
4.2.5.3	Pseudo-codec Clearmode	9
4.2.5.4	Telephone event	10
4.2.6	La qualité de service-	10
4.2.6.1	Les objectifs	10
4.2.6.2	Les moyens	10
4.2.7	La sécurité et la sécurisation	11
4.2.7.1	Le principe général de la sécurité	11
4.2.7.2	Les vulnérabilités :	11
4.2.7.3	Redondance et sécurisation	11
<b>5.</b>	<b><i>Historique</i></b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b><i>Annexe : mécanismes de protection du service d'interconnexion voix</i></b>	<b>14</b>

# 1. Contexte

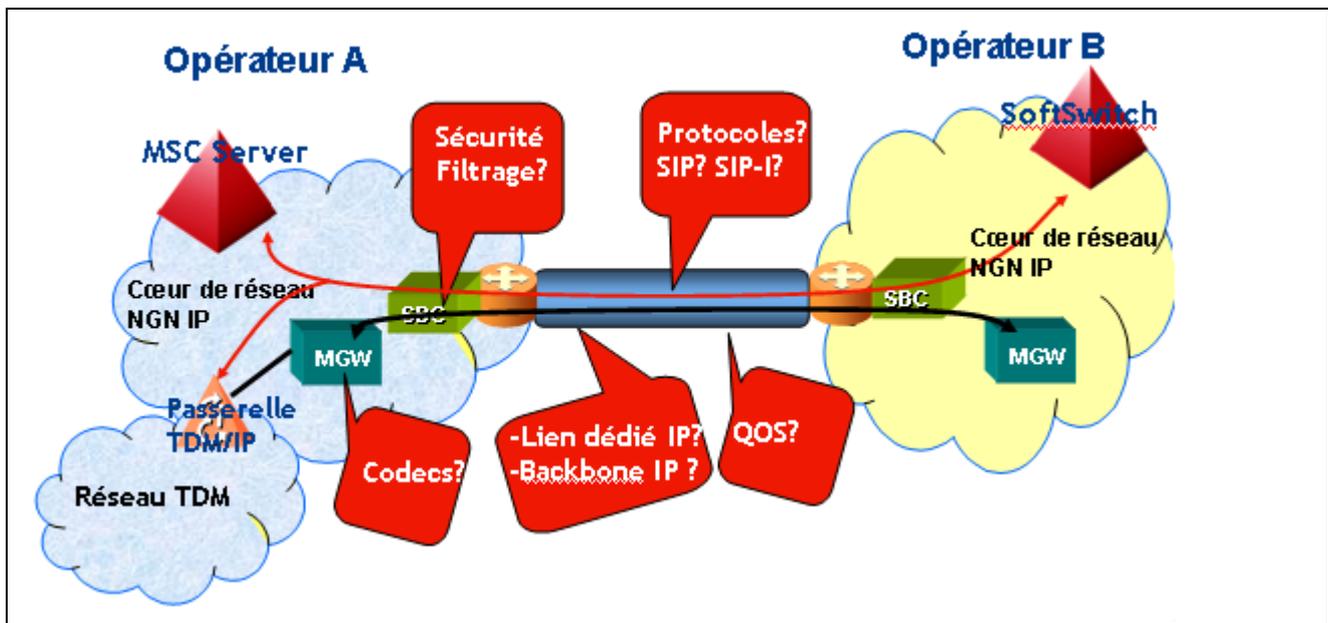
Au sein de la Fédération Française des Télécommunications, les opérateurs se sont réunis afin d'étudier les principes directeurs permettant de mettre en œuvre une architecture IP pour l'interconnexion entre opérateurs nationaux et répondant au cahier des charges services pour l'interconnexion de services de téléphonie et fonctionnalités associées (e.g. échanges de fax, connexion 64kb/s sans restriction).

L'objectif de ce document est donc de décrire l'architecture ainsi que les briques fonctionnelles à détailler pour construire une interconnexion en IP entre deux opérateurs nationaux. Le présent document a pour but également d'énoncer les principes structurants d'architecture et de faire des recommandations quant aux choix multiples qui se présentent dans le cadre de cette interconnexion.

Dans un premier temps, le périmètre de l'étude est le service voix pour une interconnexion entre deux opérateurs nationaux pour des destinations nationales et internationales.

Le groupe de travail architecture a réfléchi sur les fonctionnalités majeures de l'architecture devant être mises en place pour assurer l'interconnexion en IP entre opérateurs nationaux. Certains sujets seront approfondis de façon à dégager des recommandations.

Vue globale d'une architecture IP :



Les caractéristiques techniques qui sont abordées dans le document sont les suivantes :

- L'architecture de raccordement
- Les protocoles
- Les codecs
- La sécurité
- La sécurisation
- La qualité de service

---

## 2. Références

[1]

G.711	ITU-T recommendation " Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies"
G.729	ITU-T recommendation "Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP)"
AMR set 7	3GPP TS 26.103 Version 11.0.0 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Speech codec list for GSM and UMTS"
WB-AMR	3GPP TS 26.103 Version 11.0.0 "3rd Generation Partnership Project ; Technical Specification Group Services and System Aspects; Speech codec list for GSM and UMTS"
G.722	ITU-T recommendation "7 kHz audio-coding within 64 kbit/s" [Réf Dect-ND ETSI EN 300 175-8]
Clearmode	IETF RFC 4040 "RTP Payload Format for a 64 kbit/s Transparent"
Telephone event	IETF RFC 4733 "RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals"
Standards ETSI pour l'émission et la réception de DTMFs	ETSI ES 201 235-1 (généralités) ETSI ES 201 235-2 (émission de DTMFs) ETSI ES 201 235-3 (réception de DTMFs) ETSI ES 201 235-4 (prise en compte dans les terminaux des clients finaux)
Cahier des charges services	FFT Doc 09.001 (v1.0)
Livre blanc de la FFT sur la transition du RTC vers la voix sur IP	<a href="https://www.fftelecoms.org/app/uploads/2017/08/livre_blanc_fin_rtc_-2.pdf">https://www.fftelecoms.org/app/uploads/2017/08/livre_blanc_fin_rtc_-2.pdf</a>

---

## 3. Glossaire

ACL	Access List
ASR	Answer Seizure Ratio
BGP	Border Gateway Protocol
CDR	Charging Data Record
H2M	Human-to-Machine
IP	Internet Protocol
ISBC	Interconnect SBC
ISUP	ISDN User Part
M2M	Machine-to-Machine
MGW	Media Gateway
MTU	Maximum Transmission Unit
NER	Network Efficiency Rate
POP	Point Of Presence
RTP	Real-time transport protocol
RTR	Routeur
SIP	Session Initiation Protocol
SIP-I	SIP encapsulant de l'ISUP
SBC	Session Border Controller
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexer
UDP	User Datagram Protocol
VAD	Voice Activity Detection
VLAN	Virtual Local Area Network
VOIP	Voix sur IP
VPN	Virtual Private Network

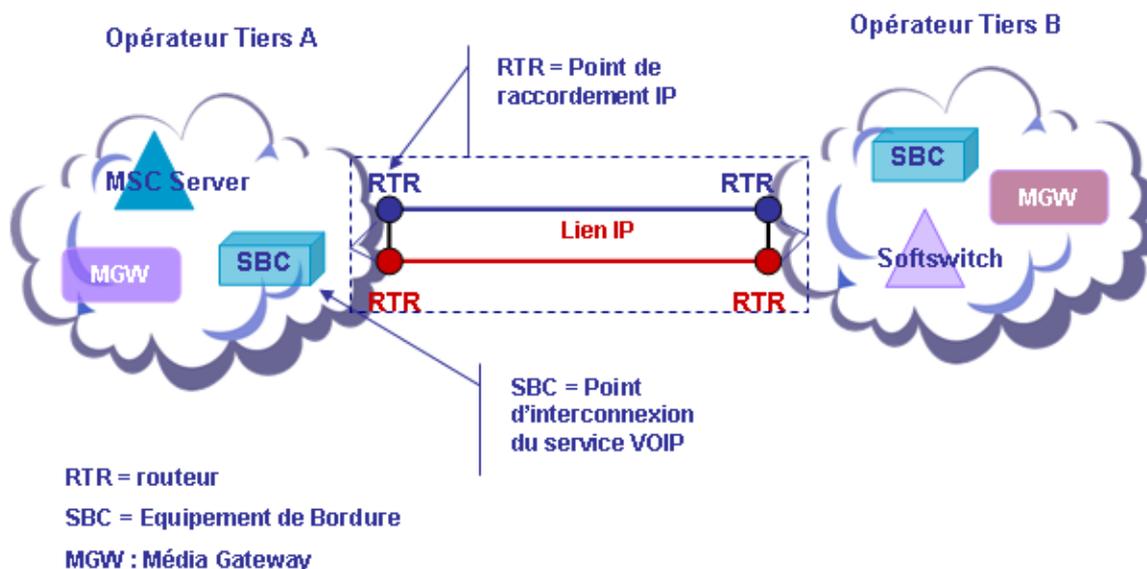
## 4. Architecture

Il faut positionner à l'interface d'interconnexion des équipements ayant des fonctions de bordure (rendues par des équipements de type SBC mais qui peuvent être rendues aussi par d'autres équipements que des SBC).

### 4.1 Architecture de raccordement

#### On distinguera les points de raccordement physique des points d'interconnexion logiques

On entend par point de raccordement physique (POP IP), les points de raccordement IP et par points d'interconnexion logiques, les points d'interconnexion du service VOIP.



#### 4.1.1 Diminution du nombre de points de raccordement physique

La préconisation du groupe de travail est la suivante :

Le passage en IP de l'interconnexion va induire une baisse du nombre de points de raccordement dont le nombre cible optimal restera à définir en fonction des opérateurs et des conventions d'interconnexion (le minimum est fixé à deux points de raccordement)

#### 4.1.2 Raccordement IP

Les préconisations du groupe de travail sont les suivantes

- Pour des raisons de sécurisation, il faudra 2 points minimum de raccordement physique sur 2 liens physiques différents sur 2 équipements différents.
- L'interface de raccordement est au minima le Giga Ethernet
- Routeur distinct par lien
- Le protocole de routage est BGP. Dans un premier temps, la version du protocole IP utilisé sera IP V4
- Chaque opérateur devra assurer l'étanchéité des flux entre le point de raccordement IP et le point d'interconnexion du service VOIP (séparation du flux interconnexion voix IP (contrôle + média) des autres flux circulant sur le backbone de l'opérateur)
- Le lien d'interconnexion entre les 2 routeurs sera dédié et assuré au travers d'un VLAN au minimum

- g) La possibilité de définir plusieurs VLAN à l'interconnexion pourra être envisagée selon les cas notamment avec l'arrivée de services autres que la voix.

## **4.2 Architecture du service d'interconnexion**

### **4.2.1 Les points d'interconnexion logiques du service voix**

En interconnexion IP, afin de faciliter leur gestion et de diminuer les coûts, l'objectif est que les points d'interconnexion logiques traitant les flux de signalisation (resp. des flux media) soient en nombre limité.

Les points d'interconnexion logiques doivent implémenter au minimum les fonctions permettant de répondre aux besoins de sécurité de l'interconnexion (cf. § 4.2.5).

Les points d'interconnexion logiques doivent masquer la topologie des réseaux interconnectés, pour des raisons de sécurité et de gestion. A titre d'exemple, un SBC fonctionnant en mode « Back-to-Back User Agent » (B2BUA).

### **4.2.2 Routage des appels voix vers un numéro téléphonique national et interconnexion en mode IP**

Avant de livrer un appel voix destiné à un numéro téléphonique français sur une interface d'interconnexion IP d'un opérateur national, il est recommandé :

- de traiter la portabilité du numéro demandé pour connaître l'opérateur de souscription de l'abonné appelé et acheminer l'appel d'interconnexion en prenant en compte cette information.
- de vérifier que l'appel en cours d'établissement doit bien être livré sur un point d'interconnexion IP (rappel : pour les besoins d'interopérabilité de bout en bout de certains usages spéciaux (ou de certains services résiduels), un appel voix peut devoir être acheminé de bout en bout en mode TDM, cf. travaux menés par l'APNF sur le sujet).

### **4.2.3 Les protocoles**

#### **4.2.3.1 Le choix des protocoles**

Les protocoles retenus sont l'un et/ou l'autre des suivants :

- SIP-I (ISUP encapsulé compatible avec la spécification du SPIROU défini par l'ARCEP et utilisé pour l'interconnexion TDM en France, SIP-I : ITU Q.1912.5 Annexe C) et tel que défini par la FFT dans son profil SIP-I
- SIP (SIP 3GPP TS 24.229) et tel que défini par la FFT dans son profil SIP

SIP est la cible à l'interface de signalisation pour tous les services vocaux.

Le choix a été fait afin de traiter les cas suivants :

- mobile – mobile
- fixe – fixe
- fixe – mobile

#### **4.2.3.2 Transport du protocole SIP**

La préconisation du groupe de travail est de transporter sur UDP le protocole SIP utilisé à l'interface d'interconnexion voix entre opérateurs.

. Note 1 : dans le cas d'un paquet UDP dont la taille est supérieure au MTU, il est fortement recommandé d'utiliser la fragmentation UDP au lieu de la bascule en TCP.

Note 2 : sur accord bilatéral, il est possible d'utiliser TCP (ou SCTP) à l'interconnexion.

#### **4.2.3.3 Transport du flux média**

Le flux média RTP est transporté sur UDP sur IP.

## 4.2.4 DTMF

D'un point de vue service, 2 types de DTMF sont à considérer :

- Les DTMFs émises par un usager humain (depuis le clavier d'un terminal téléphonique) vers une machine (« DTMF Human-to-Machine (H2M) »)
  - o Exemple 1 : DTMF émise par l'appelant lors d'un appel aboutissant sur la messagerie vocale de l'appelé.
  - o Exemple 2 : DTMF émise par l'appelant vers un serveur vocal (e.g. appel vers un SVA qui utilise une interaction homme machine)
- Les DTMFs émises par une machine vers une autre machine (« DTMF Machine-to-Machine (M2M) »)
  - o Exemple : train de DTMFs émis par un automate d'alarme vers un centre de télésurveillance.

Le transport de DTMFs via une infrastructure d'interconnexion IP est abordé dans le § 4.2.5.

## 4.2.5 Les codecs

L'objectif de ce paragraphe est de définir la liste des codecs supportés à l'interface d'interconnexion et leurs règles d'utilisation. L'utilisation de tout autre codec peut être traitée dans le cas d'accord bilatéraux.

### 4.2.5.1 Codecs à bande étroite

- Toute offre SDP émise à l'interface d'interconnexion IP doit inclure par défaut le codec G711 loi A.

Par conséquent, les opérateurs dont les clients sont exclusivement en G729 devront être capables de transcoder en G711 les appels à destination (et en provenance) de leurs clients dès lors qu'ils sont interconnectés en full IP avec un autre opérateur national.

- L'interface d'interconnexion IP doit pouvoir faire passer en transparent des DTMFs M2M « rapides » via des paquets G711 (cf. « Livre blanc de la FFT paru en 2017 sur la transition du RTC vers la voix sur IP »), par conséquent :

- Si une offre SDP reçue à l'interface d'interconnexion IP d'un opérateur contient le codec G711, ce composant doit être passé en transparent dans le SDP émis vers l'aval par le SBC d'entrée de cet opérateur.
- Si une réponse SDP reçue à l'interface d'interconnexion IP d'un opérateur contient le codec G711, ce composant doit être passé en transparent dans le SDP émis vers l'amont par le SBC de sortie de cet opérateur.

Note : le transport des DTMFs via des paquets G711 banalisés ne doit être utilisé que pour certains usages spéciaux M2M comme décrits ci-dessus et n'est pas applicable au transport des DTMF H2M (cf. § 4.2.5.4).

- Il est admis que chaque opérateur assure la gestion de l'information Ptime dans SDP ; si un opérateur ne peut en assurer la gestion, il doit s'assurer que le temps de paquets est fixé à 20ms par configuration statique.

- Configuration de chaque codec bande étroite accepté :

- **AMR set 7** (12.2 kbps uniquement) ; Ptime=20 ms ; Payload Type = dynamic entre 96 et 127
  - octet-align = bandwidth-efficient operation ; channels = 1
  - Media format specific parameters mode-set=7
  - Media format specific parameters max-red=0
- **G711 loi A** ; Ptime=20 ms sans VAD ; Payload Type=8
- **G.729** ; Ptime=20 ms ; avec ou sans annexe A, Payload Type=18 ; Annex b=no

### - Règles d'utilisation

Pour les interconnexions directes mobile-mobile seulement, l'activation de TrFO est attendue des deux côtés de l'interface d'interconnexion, le groupe de travail préconise l'utilisation du codec AMR set 7.

Pour les autres cas, les codecs voix recommandés à l'interface de l'interconnexion IP sont le G711 loi A et le G729 avec ou sans annexe A avec la configuration décrite ci-dessus.

Dans le cas d'une offre SDP avec les codecs, G711 loi A et G729 avec ou sans annexe A, la position du G711 loi A est attendue avant le G729 avec ou sans annexe A. Dans le cadre d'un accord bilatéral, le G729 avec ou sans annexe A peut être positionné en première place de l'offre SDP.

Si aucun accord bilatéral sur le codec voix à supporter à l'interface n'a pu être trouvé, le G711 loi A avec un temps de paquets de 20 ms est utilisé par défaut.

NB : Transcoder Free Operation (TrFO) : notion spécifique aux réseaux mobiles et à leur interconnexion qui correspond à la configuration d'un appel voix ou multimédia pour lequel aucun élément de transcodage est présent dans le chemin media.

Le TrFO implique l'activation de mécanismes de négociation de codec « out of band » entre les 2 extrémités (e.g. BICC vs SIP ou SIP-I sur G-MSC) afin que les mêmes codecs et « mode set » soient utilisés sur l'ensemble du chemin media.

Cela doit contribuer d'une part à améliorer la qualité vocale en choisissant le meilleur codec disponible (e.g. AMR-WB) et d'autre part à préserver les ressources de transcodage et la bande passante en utilisant des codecs compressés.

#### **4.2.5.2 Codecs à large bande**

Il est admis que chaque opérateur assure la gestion de l'information Ptime dans SDP. Si un opérateur ne peut en assurer la gestion, il doit s'assurer que le temps de paquets est fixé à 20ms par configuration statique.

Configuration de chaque codec accepté :

- **G722** Ptime=20 ms ; (Payload Type static =9)
- **WB AMR set 0** (6.6 kbps, 8.85 kbps, 12.65 kbps) ; Payload type = dynamic entre 96 et 127
  - octet-align = bandwidth-efficient operation ; channels = 1
  - Media format specific parameters mode-set=0,1,2
  - Media format specific parameters mode-change-period=2
  - Media format specific parameters mode-change-capacity=2
  - Media format specific parameters mode-change-neighbor=1
  - Media format specific parameters max-red=0

#### **Règles d'utilisation**

Pour les interconnexions directes mobile-mobile, l'activation de TrFO est attendue des deux côtés de l'interface, le groupe de travail préconise l'utilisation du codec WB\_AMR, avec la configuration décrite ci-dessus.

A l'interface d'interconnexion, lorsqu'un codec large bande est présenté dans l'offre SDP, il doit être présenté avec en plus un codec à bande étroite. Le codec à large bande est attendu avant le codec à bande étroite (le G711 est obligatoire dans l'offre SDP d'un INVITE mais d'autres codecs à bande étroite peuvent être ajoutés : cf. chapitre Codecs à bande étroite).

Pour les interconnexions fixe-fixe, le G722 avec la configuration décrite ci-dessus est recommandé.

Pour les interconnexions fixe-mobile, la voix large bande nécessite actuellement un transcodage entre WB\_AMR et G722. Ce point devrait être traité en bilatéral.

Par défaut, si aucun accord n'a été trouvé entre les deux opérateurs interconnectés en IP, les codecs à bande étroite seront utilisés (cf chapitre Codecs à bande étroite).

#### **4.2.5.3 Pseudo-codec Clearmode**

Quand un appel transparent 64 kbit/s est demandé, le SDP doit alors contenir le pseudo-codec Clearmode [RFC4040].

Le pseudo-codec clearmode n'est prévu que dans le cadre du profil SIP-I

#### **4.2.5.4 Telephone event**

Dans le cas des appels voix bande étroite ou large bande, l'indication du support de « telephone-event » durant l'échange offre/réponse SDP est obligatoire à l'interface d'interconnexion pour le transport de DTMFs de bout en bout, sauf dans les cas suivants :

- appel 'data' établi en G711 pour certains usages spéciaux à base de DTMF M2M (cf. § 4.2.5.1)
- appel 'data' 64 kbit/s (pseudo-codec Clearmode) (voir note)
- 

Note : dans ce cas de figure, le telephone-event ne doit pas être indiqué dans le corps de message SDP émis à l'interface d'interconnexion IP.

La fréquence d'échantillonnage (ou taux d'échantillonnage) doit être identique à celle associée au flux audio, /8000 pour les codecs à bande étroite ou G722 et /16000 pour AMR-WB (set 0).

L'encodage du codec SDP associé doit être réalisé suivant la [RFC4733], qui par ailleurs définit le format du RTP payload pour les digits DTMF, avec les précisions suivantes :

- L'attribut fmtp doit être utilisé pour déclarer la liste des événements DTMF supportés
- Seuls les événements de 0 à 15 sont supportés
- Les paquets RTP DTMF doivent utiliser la même séquence de numéros et les mêmes références d'horodatage utilisées pour les paquets audio RTP.

« Telephone event » peut être considéré comme un codec audio, ainsi il est traité de la même manière que les autres codecs audio. Les règles de négociation SDP de la RFC 3264 doivent être appliquées.

### **4.2.6 La qualité de service**

#### **4.2.6.1 Les objectifs**

La qualité de service est définie par l'acheminement nominal des appels et la qualité de service de la voix de bout en bout.

Des indicateurs sont définis afin de mesurer ces deux critères.

Le bon acheminement des appels est mesuré par les indicateurs suivants :

- NER (1-Taux d'Echec Réseau)
- ASR (Taux d'Efficacité des Appels)

La qualité de service de la voix sera mesurée par les indicateurs suivants :

- Gigue
- Taux de perte de paquets

#### **4.2.6.2 Les moyens**

Chaque opérateur est garant du trafic envoyé. L'opérateur doit vérifier le trafic qu'il émet. Chaque opérateur doit se donner les moyens de vérifier la qualité du trafic reçu.

Les moyens de mesures de la qualité de service peuvent être :

- L'utilisation des CDR ou des remontées de valeurs issus des équipements d'interconnexion du réseau de l'opérateur (routeur, SBC)

L'utilisation des sondes (ou des CDR issus de sondes)

## 4.2.7 La sécurité et la sécurisation

### 4.2.7.1 Le principe général de la sécurité

Contrairement au monde TDM, le réseau IP est par essence ouvert et nécessite la mise en place d'une brique de sécurité.

Il est donc important de mettre en place un équipement de sécurité et d'identifier les fonctionnalités permettant de se prémunir d'éventuelles attaques. Mais chaque opérateur a le choix de la solution pour rendre ce type de fonction.

L'architecture de service sécurisée doit garantir le service de bout en bout et les modalités pourront être précisées lors des accords bilatéraux entre les deux parties.

### 4.2.7.2 Les vulnérabilités

Chaque opérateur est garant de l'étanchéité des flux d'interconnexion au sein de son réseau.

L'opérateur doit garantir la non propagation de flux parasites sur l'interconnexion, malgré cela il appartient à chaque opérateur de se protéger en cas de défaillance de l'opérateur tiers ou contre toute attaque d'un tiers.

Les constats et préconisations du groupe de travail sont les suivantes :

- a) En mode de raccordement direct par des liens dédiés, le risque d'attaque est faible. Quant aux besoins de la confidentialité et à l'intégrité des communications, on aura un niveau équivalent au TDM. Il n'est donc à priori pas nécessaire de chiffrer les communications en liens dédiés.
- b) Il faudrait être capable de donner une liste d'adresses, de ports et de protocoles autorisés, avec la possibilité de bloquer certains ports connus (à voir si en pratique cela est réalisable).
- c) Les adresses IP V4 utilisées au sein de chaque infrastructure d'interconnexion entre opérateurs seront publiques et ne devront pas être annoncées sur l'Internet.
- d) Chaque opérateur choisit la façon d'étanchéifier les flux au sein de son réseau (VPN, ...).
- e) Des équipements d'interconnexion différents peuvent assurer la sécurité de la signalisation et du média
- f) La mise en place de mécanisme de sécurité au niveau du routeur (ACL) : contrôle d'accès à une liste d'adresses sources bien identifiées permettrait d'assurer un premier niveau de filtrage.

### 4.2.7.3 Redondance et sécurisation

Chaque opérateur est garant de la disponibilité du service au sein de son réseau.

Le principe de la sécurisation est de s'assurer qu'entre deux opérateurs le trafic passera toujours, grâce à une sécurisation au niveau du raccordement et au niveau des équipements fournissant le service.

1 .Le principe est donc de s'assurer qu'il y a toujours un second chemin pour écouler le trafic en cas de problème sur le chemin nominal.

Il faut que le chemin soit sécurisé (redondance des liens et chemins pouvant être différents) mais il faut aussi que les équipements d'extrémité (routeurs) soit redondés, sachant que les 2 chemins peuvent être différents.

2. Il faut que les équipements fournissant le service d'interconnexion soient redondés aussi bien sur la partie signalisation que sur la partie media.

Aussi, 2 modes de redondance peuvent être mis en place pour la sécurisation du trafic :

- Modèle du N+1 garantie de sécurisation de 100% du trafic par une méthode Normal / secours (N SBC nominaux / 1 SBC de backup)
- Partage de charge entre équipements I-SBC

La remarque suivante est à prendre en compte :

Malgré la sécurisation qui est mise en place, il est possible, lors de basculements, que l'utilisateur perde la session en cours. L'utilisateur devra alors réitérer son appel pour bénéficier de la sécurisation.

---

## 5. Historique

<b>Historique du document</b>		
V1.0.0	Avril 2009	Version approuvée par la commission normalisation
V.1.1	Janvier 2014	Mise à jour du chapitre « Codecs »
V1.1.1	Avril 2014	Mise à jour du chapitre « Codecs » avec la version V9
V1.1.2	Juin 2014	Prise en compte des remarques suite à la consultation
V1.1.2	Juillet 2014	Finalisation du document V1.1.2
V1.9	Mai 2018	Prise en compte du transport de DTMF M2M via l'architecture d'interconnexion IP, inclusion d'une section sur le routage des appels d'interconnexion et d'une annexe sur les mécanismes de protection du service d'interconnexion voix
2.0	Juin 2018	Finalisation du document V2.0

---

## 6. Annexe : mécanismes de protection du service d'interconnexion voix

Il est conseillé aux opérateurs de mettre en place des mécanismes de protection contre les bouclages d'appels et les répétitions de tentatives d'appels afin de protéger leur service d'interconnexion d'une surcharge pouvant aller jusqu'à la perte complète du service de gros mis en œuvre entre opérateurs.

La fonctionnalité basée sur l'en-tête SIP Max-Forwards est un de ces mécanismes mais elle ne permet de se protéger que dans un monde SIP de bout en bout, elle n'est pas suffisante dans les autres cas. Il peut être nécessaire de compléter cette fonctionnalité par d'autres dispositifs.

Les dispositifs décrits ci-dessous sont à considérer comme faisant partie d'une boîte à outils et la mise en œuvre de certains doivent faire l'objet d'accords bilatéraux.

### 1. Dispositif de protection contre les boucles d'appel

Il est préconisé de se protéger des boucles d'appel inter-opérateurs en les détectant sur les équipements mettant en œuvre l'interconnexion IP (en fonction de leurs capacités fonctionnelles) par l'utilisation d'un ou plusieurs mécanismes.

En premier lieu, il est préconisé de disposer d'une solution de supervision de trafic qui alerte sur détection d'un 'burst' d'appels anormal entre deux opérateurs (nombre de sessions qui augmente significativement sur un faible délai).

Pour limiter les boucles d'appels, les principes suivants sont à adopter :

- traiter la portabilité du numéro demandé au sein de son propre réseau avant d'envoyer un appel à l'interface d'interconnexion,
- traiter la supervision de l'interconnexion par d'autres dispositifs que le bouclage d'appel.

### 2. Dispositif de protection contre la répétition d'appels

Il est préconisé de se protéger contre la répétition automatique d'appels et 'burst' de tentatives d'appels par l'utilisation d'un ou plusieurs des mécanismes listés ci-dessous (liste non exhaustive) :

- limiter sur ses équipements d'interconnexion ISBC le nombre maximum de répétitions par appel de manière globale ou en fonction du code d'erreur (par exemple limiter au nombre de points de service de l'opérateur distant),
- limiter sur ses équipements d'interconnexion ISBC globalement toute répétition d'appel ou sur une majorité de codes d'erreur pendant une durée limitée pour des périodes de fort trafic (par exemple jour de l'an).

Pour faire face à des périodes à forts pics d'appels prévisibles (e.g. appels vers indicatifs spécifiques à fort trafic entrant), il est conseillé de mettre en place le mécanisme décrit ci-contre : remplacer, si reçus sur les équipements d'interconnexion du réseau appelé, les codes d'erreur autorisant la re-tentative d'appel par un code d'erreur équivalent qui ne la permet pas.

Par exemple, remplacer le code d'erreur SIP 480 par le code 603, solution qui est préconisée de façon permanente pour les appels vers les indicatifs supports d'événements médiatiques (jeux, télévote...) qui peuvent provoquer des 'bursts' de trafic importants, et en mode préventif pour pallier des risques de 'bursts' d'appels ponctuels, par exemple lors des pics de trafic de fin d'année.

### 3. Dispositif de protection contre les appels à fort pic de trafic

D'une manière générale, en fonction des capacités de ses équipements d'interconnexion ISBC, il peut être envisagé de limiter le seuil des CAPS en fonction du profil client qui s'appliquerait sur les 'bursts' de tentatives d'appels.