



Sécurisation du DNS : les extensions DNSsec

Bertrand Leonard,
AFNIC/projet IDsA





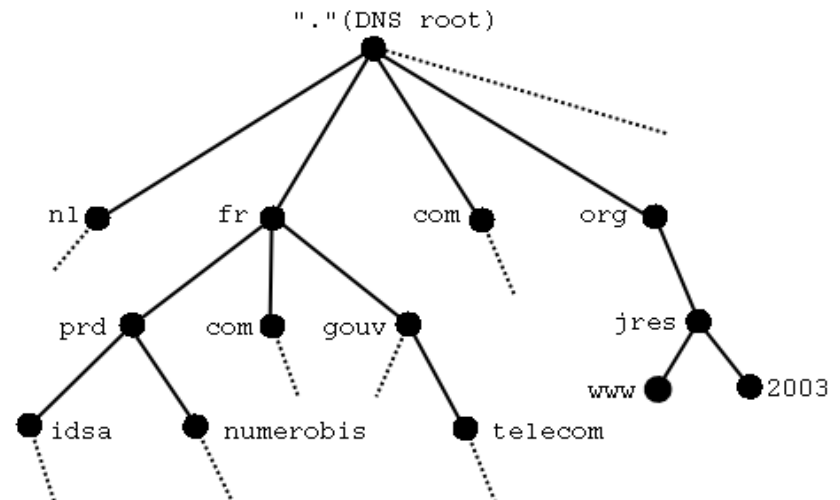
Historique

- **Jusqu'en 1984 : réseau restreint militaire/universitaire/recherche**
 - Hôtes de l' ARPAnet/Internet dans un fichier host.txt
 - Mis à jour et diffusé par le SRI-NIC
- **à partir de 1984 : croissance importante du nombre d' hôtes connectés**
 - Limites du modèle précédant
 - Un système de nommage distribué: le DNS
 - RFC 1034/1035 (Paul Mockapetris)
- **1995 : généralisation du réseau et multiplication des usages**
 - Le DNS: un des piliers fonctionnement de l'Internet
 - Besoin de sécurité
 - 1999: Extensions de sécurité au protocole DNS: DNSsec (RFC 2535)
- **2003 :**
 - Premières expérimentations en cours
 - Réécriture du protocole DNSsec en cours (Groupe de travail DNSext à l' IETF)



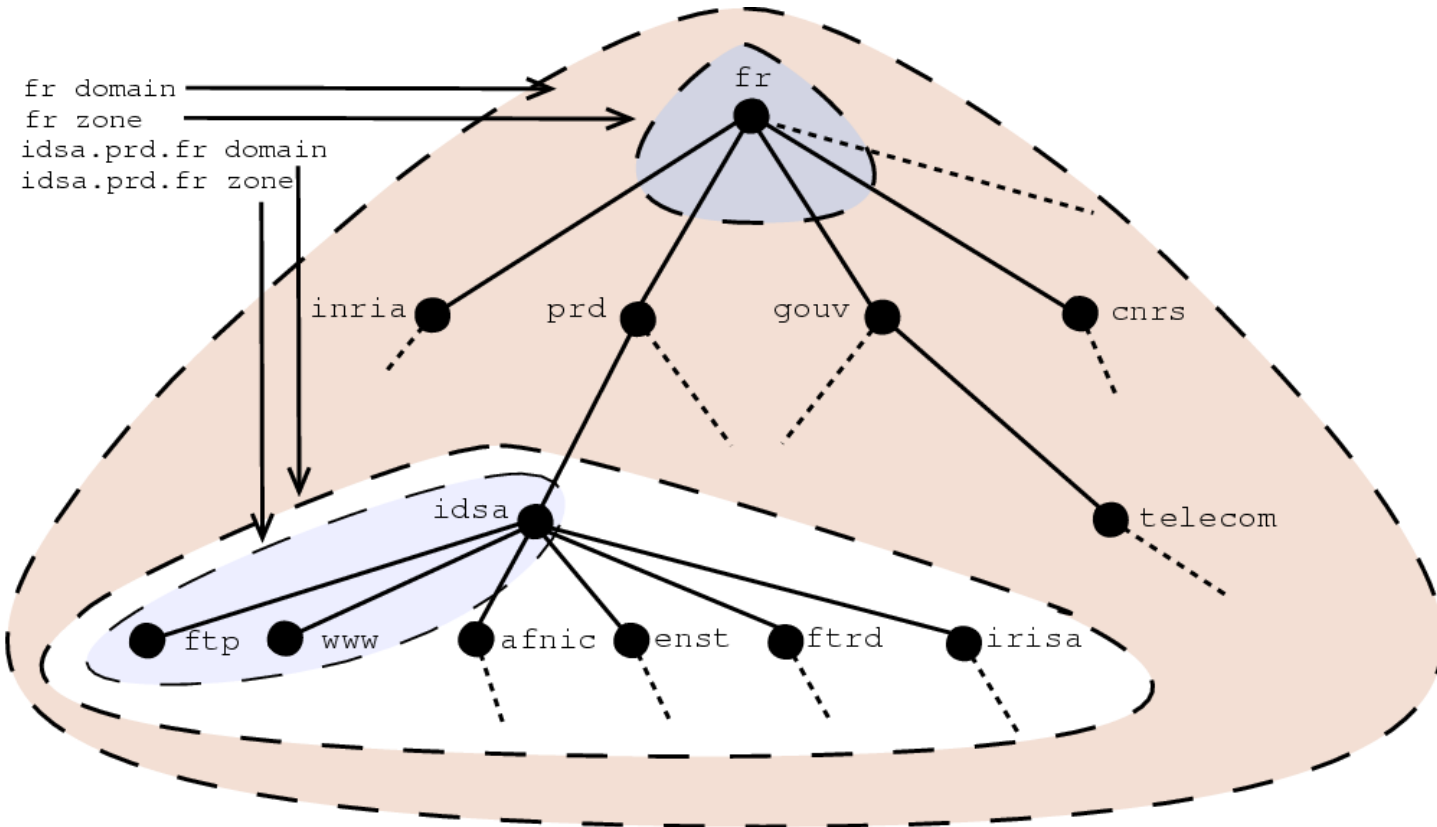
Le modèle DNS

- Architecture client/serveur
- La base de données DNS contient les associations entre les noms de domaine et un certain nombre d'informations (adresses IP, relais mail, serveurs de nom, etc)
 - Hiérarchique
 - Distribuée
 - Redondante





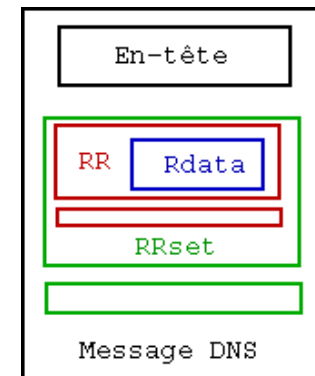
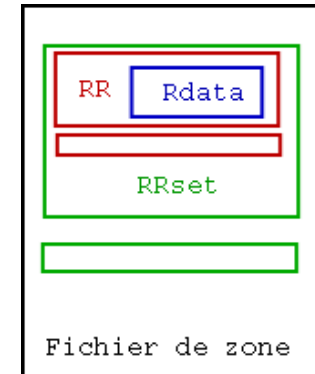
L'arbre DNS (domaines vs zones)





L'information DNS

- Les enregistrements DNS (Resource Records: RRs)
- Les RRsets
- Les fichiers de zone
- Les messages DNS





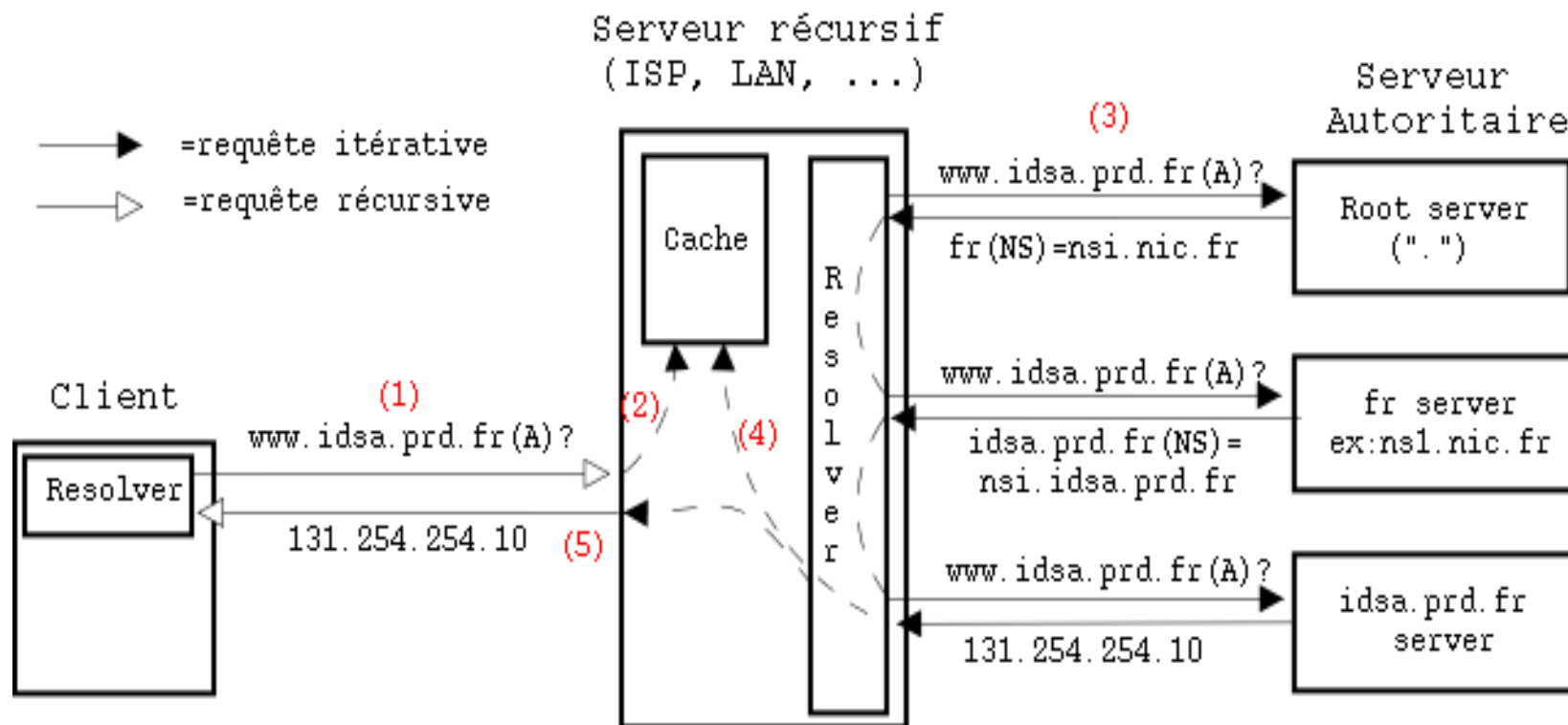
Exemple de fichier de zone

```
$ORIGIN idsa.prd.fr.
zone apex— @ $TTL 172800 ; 2 days IN SOA ns1.afnic.idsa.prd.fr. hostmaster.nic.fr. (
2002121004 ; serial
6H ; refresh
1H ; retry
3600000 ; expiry
1D ) ; minimum

NS RRset IN NS ns1.afnic
RR Class IN NS ns2.irisa
Owner Name— hello IN A 192.1.2.3 RR type
IN MX relay3.nic.fr
Wildcard— * IN MX relay4.nic.fr Rdata
Delegation— enst IN NS ns1.enst Glue
ns1.enst IN A 192.108.119.175
IN AAAA 2001:660:282:1:206:5bff:fe8d:1caa
```



La résolution DNS

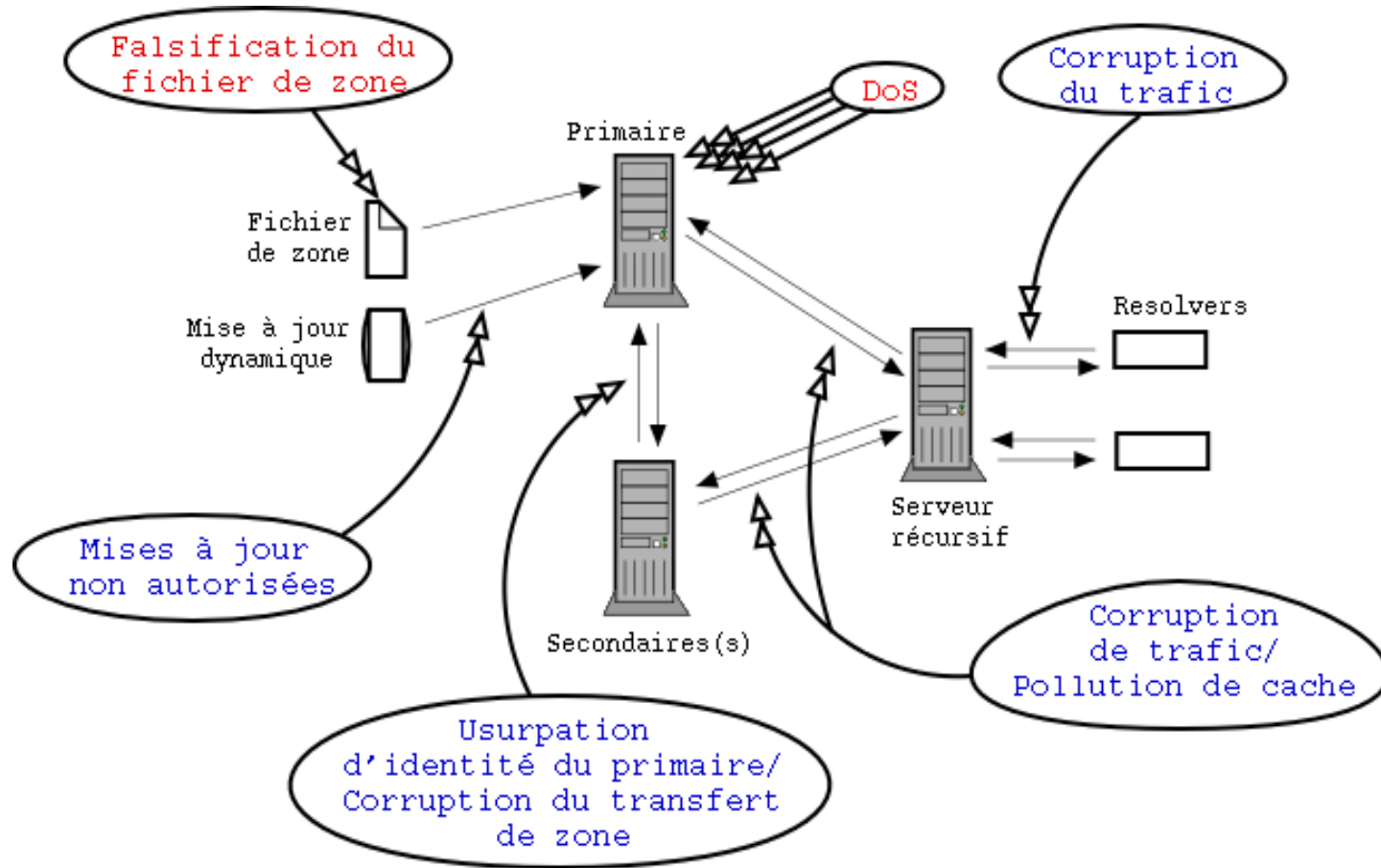




Les failles de sécurité

- Nature publique des données/ accès universel
- Disponibilité des données
- Authenticité et intégrité
- Attaques spécifiques/non spécifiques au DNS

Vulnérabilités de l'architecture DNS



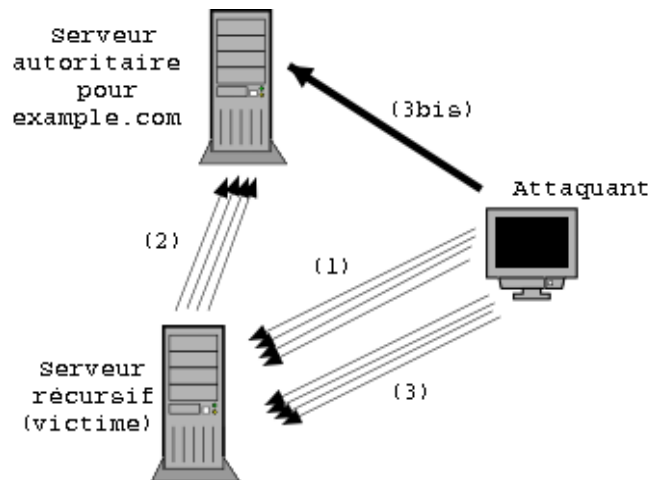


But des attaques

- Perturber ou bloquer le service DNS
- Empêcher l'accès à certains équipements
- Rediriger les utilisateurs à leur insu :
préambule à une attaque plus grave
- Récupérer des informations critiques

Exemple d'attaque

- Attaques de type “DNS Spoofing”: plusieurs modes opératoires.
 - Man in the middle
 - “Birthday attack”





Les services rendus par DNSsec

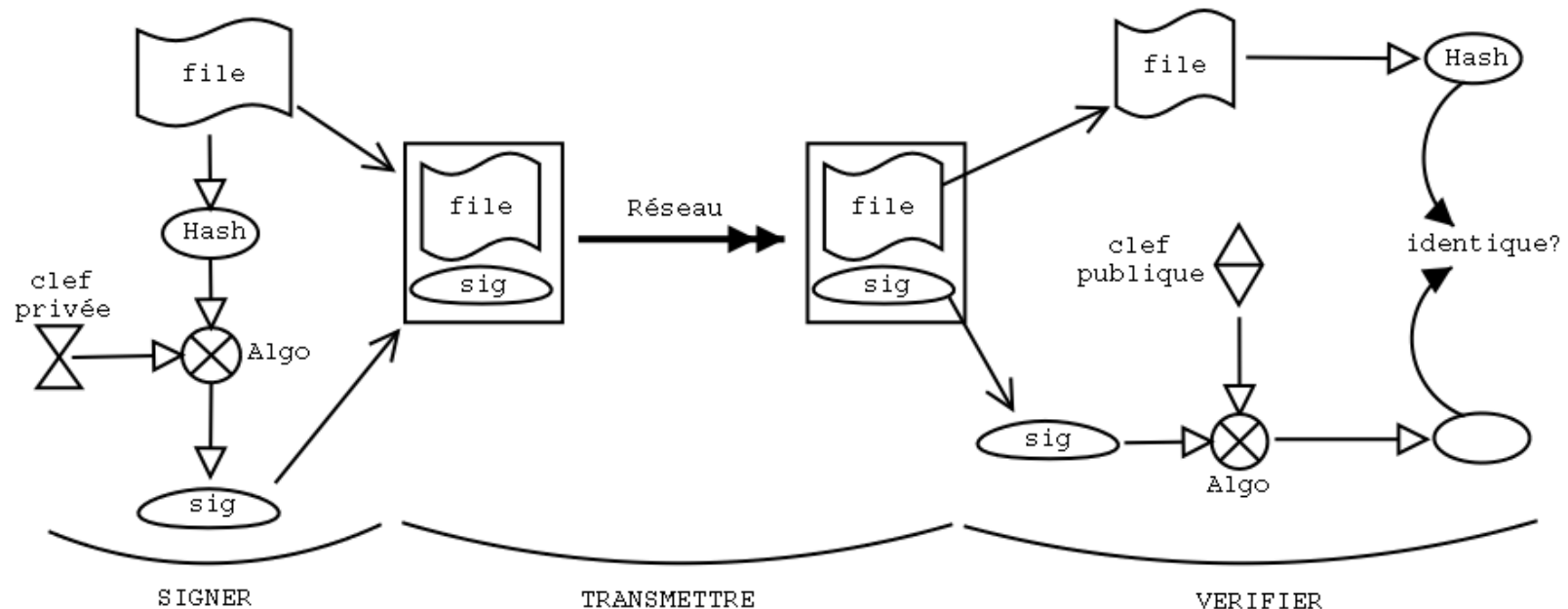
- Sécurité des données
- Sécurité des transactions (TSIG, SIG(0))
- Architecture de distribution des clefs
- Outils basés sur la cryptographie



Les extensions DNSsec

- Historique
- Authentification de l'origine et intégrité des données
- Distribution de clef (pseudo-PKI)
 - clefs nécessaires au fonctionnement de DNSsec
 - autres clefs (IPsec, SSH, ...)

Rappels de cryptographie à clefs publiques (signatures)





Niveau de sécurité local (côté serveur)

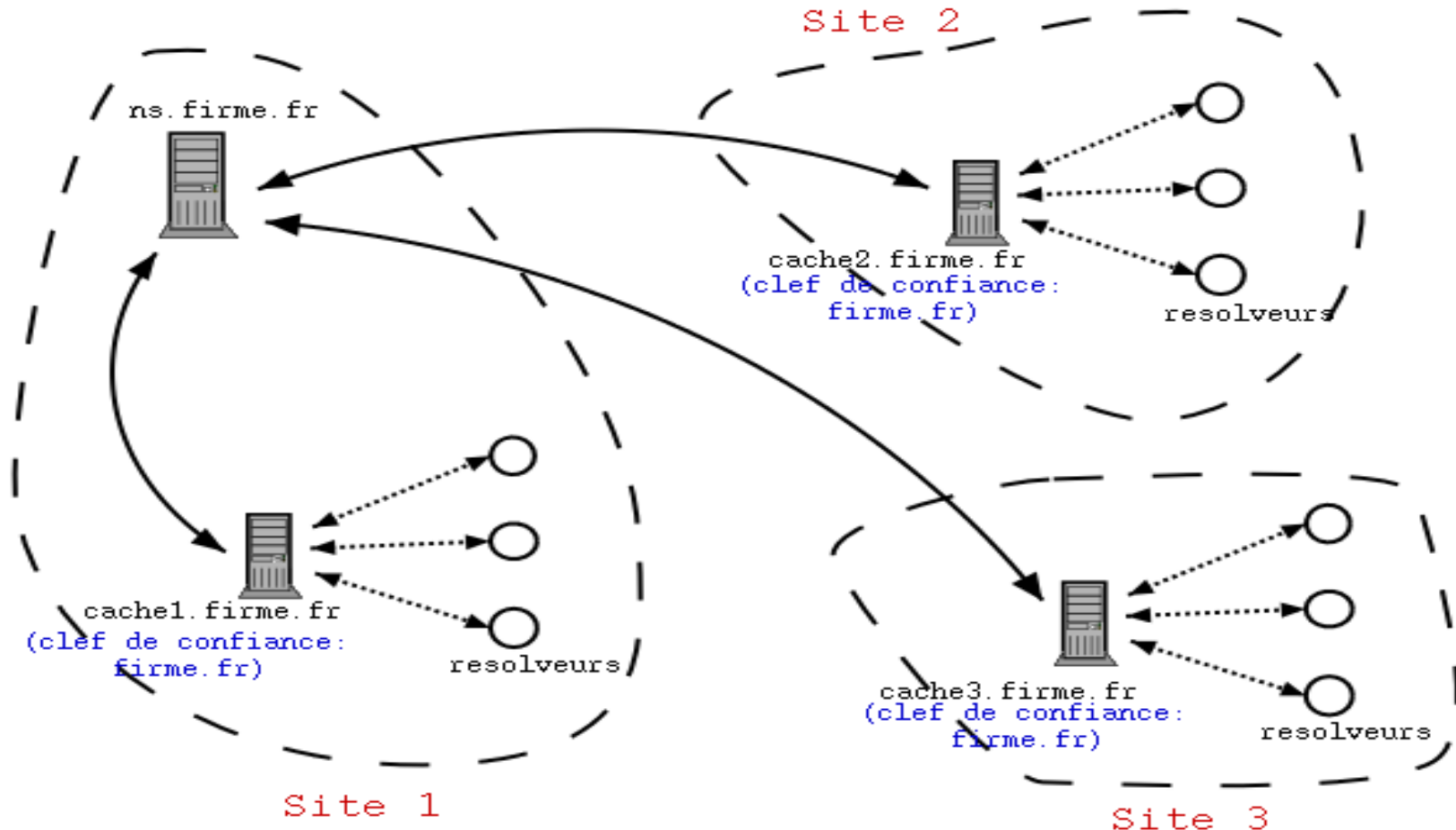
- Chaque zone génère un ensemble de paires de clefs (partie privée/partie publique)
- Les parties privées des clefs signent les informations (RRsets) faisant partie intégrante de la zone
- Les signatures sont stockées dans le fichier de zone en compagnie des données qu'elles authentifient
- Les parties publiques des clefs sont publiées dans le fichier de zone et peuvent faire l'objet de requêtes DNS standard



Niveau de sécurité local (côté client)

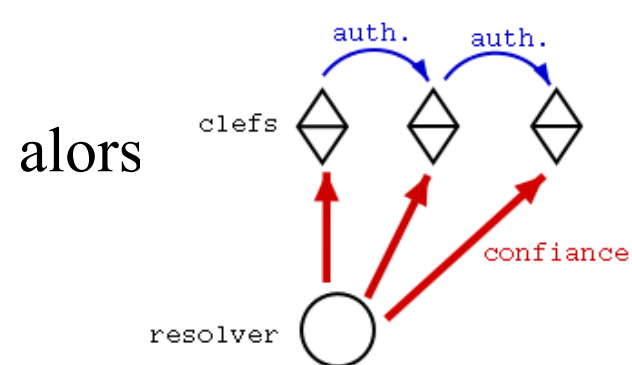
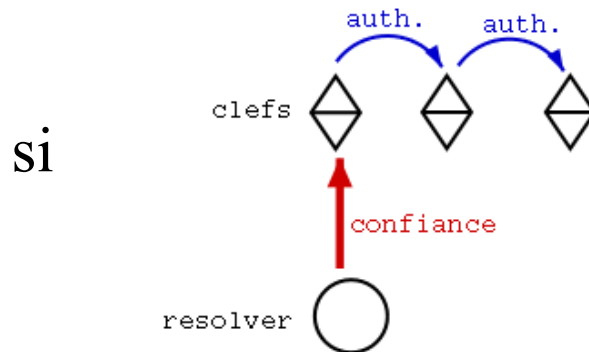
- La connaissance de la clef publique d'une zone permet de vérifier les signatures et donc l'authenticité et l'intégrité des informations contenues dans la zone
- Concept de clef de confiance
- Limitations : nécessite la connaissance des clefs de toutes les zones avec lesquelles le resolver est susceptible de communiquer

Sécurité locale : exemple



Niveau de sécurité global

- Principe : authentification des clefs en cascade



- structure arborescente du DNS idéale
- délégations sécurisées et chaînes de confiance

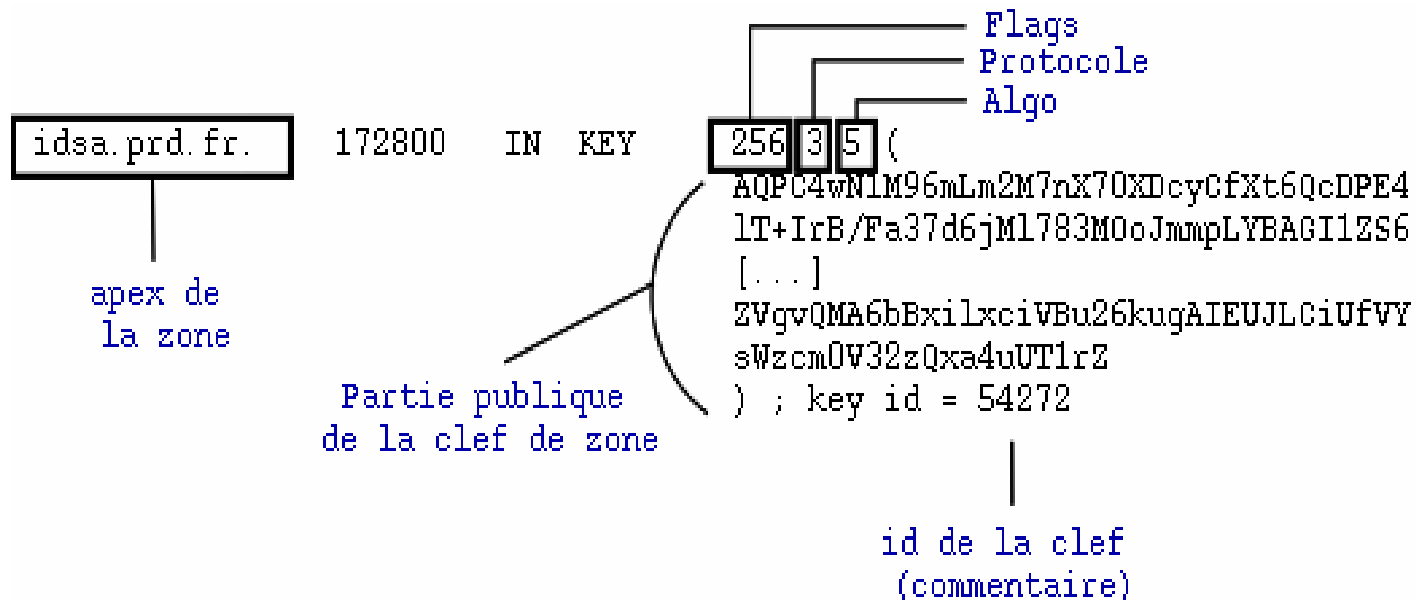


Nouveaux RRs

- Nécessité de stocker les objets utilisés par DNSsec au format RR
- KEY, SIG : sécuriser les RRsets
- NXT : garantir la complétude d'une zone
- DS : établir des chaînes de confiance

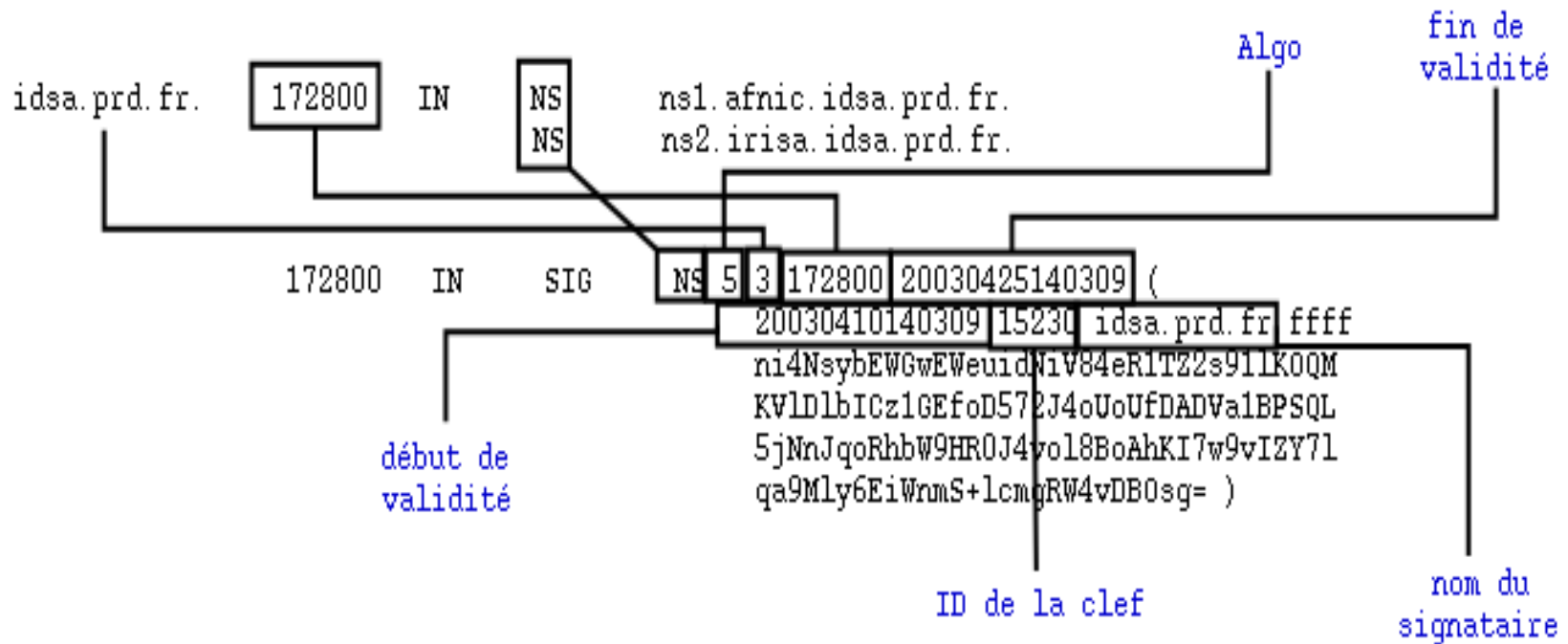


Format KEY: exemple





Format SIG: exemple





NXT: nécessité

- Comment signer les réponses négatives (authentification de la non-existence d'un nom ou enregistrement)
- Ordonnancement de la zone et insertion d'enregistrements NXT entre les noms.
- Le RR NXT d'un nom contient tous les types d'enregistrements associés à ce nom ainsi que le prochain nom présent dans la zone.



NXT: fonctionnement

```
afnic.idsa.prd.fr. 172800 IN SOA ns1.afnic.idsa.prd.fr. hostmaster.nic.fr. (
2003040102 ; serial
21600      ; refresh (6 hours)
3600       ; retry (1 hour)
3600000    ; expire (5 weeks 6 days 16 hours)
86400      ; minimum (1 day)
)
172800 SIG      soA 5 4 172800 20030416130318 (
[... ]iJj80F0i5Tuv+Mwybtic6jgizE= )
172800 NS       ns1.afnic.idsa.prd.fr.
172800 NS       ns2.enst.idsa.prd.fr.
172800 SIG      NS 5 4 172800 20030416130318 (
[... ]HnG0b1Gw9LzgPIoQCox4Kpw7kfm= )
172800 KEY      256 3 5 (
[... ]AQ0++AEUSN758iYKcupie0bQAC8Kf8VBB5Ha
172800 SIG      KEY 5 4 172800 20030416130318 (
[... ]S6B0850NF3uqP1raXg== )
172800 NXT      ns1.afnic.idsa.prd.fr. NS SOA SIG KEY NXT
172800 SIG      NXT 5 4 172800 20030416130318 (
[... ]p8rdaqI0sAy68chevK74lovPl4= )
ns1.afnic.idsa.prd.fr. 172800 IN A 192.134.7.129
172800 SIG      A 5 5 172800 20030416130318 (
[... ]u7HsHw1Lxc6w4i6uQH7Yux7+cfw= )
172800 AAAA     2001:660:3003:1d5a::1:1
172800 SIG      AAAA 5 5 172800 20030416130318 (
[... ]+EYrpIpkwXck410T1dDFmoW+4Es= )
172800 NXT      ns2.afnic.idsa.prd.fr. A SIG AAAA NXT
172800 SIG      NXT 5 5 172800 20030416130318 (
[... ]3CD1/htcHEhbjoFlouTkWvIH8j4= )
ns2.afnic.idsa.prd.fr. 172800 IN A 192.134.7.130
172800 SIG      A 5 5 172800 20030416130318 (
[... ]
172800 NXT      afnic.idsa.prd.fr. A SIG NXT
172800 SIG      NXT 5 4 172800 20030416130318 (
[... ]
```



NXT: pour aller plus loin

- Protection contre le rejeu et “dédi de domaine”
- Attention : perte de confidentialité. Possibilité de récupérer tous les noms de la zone (DNS walk)
- Détection des Wildcards



Délégations sécurisées et chaînes de confiance : DS

- Modèle 2535/DS
- Transmission du keyset à la zone parent
- Génération du DS et signature de celui-ci dans la zone parent
- Dans la zone parent, pour tout point de délégation,
 - La présence d'un DS signé prouve l'existence d'une délégation sécurisée et authentifie la clef associée au DS
 - L'absence de DS, prouvée par le contenu du NXT prouve la non sécurité de la zone fille



Renommage des Enregistrements

- Protocole DNSsec en cours de réécriture :
 - Draft-ietf-dnsext-dnssec-protocol-03 (27/10/03)
 - Draft-ietf-dnsext-dnssec-records-05 (27/10/03)
- Nécessité de faire la distinction entre la RFC 2535 et la future version du protocole
- DNSKEY sera utilisé à la place de KEY et est strictement réservé au stockage des clefs DNSsec
- SIG à la place de RRSIG
- NXT à la place de NSEC
- DS reste DS puisqu'il n'existait pas dans la RFC 2535



Importance d'un modèle à deux clefs

- Caractéristiques des clefs en fonction de leur taille :
- Clef courte :
 - Plus facile à casser
 - Temps de signature plus court
 - Temps de vérification des signatures par les utilisateurs plus court
 - Taille de zone réduite
- Clef longue :
 - Plus difficile à casser
 - Performances moins bonnes (signatures et vérifications)
- Les besoins DNSsec rendent le compromis difficile

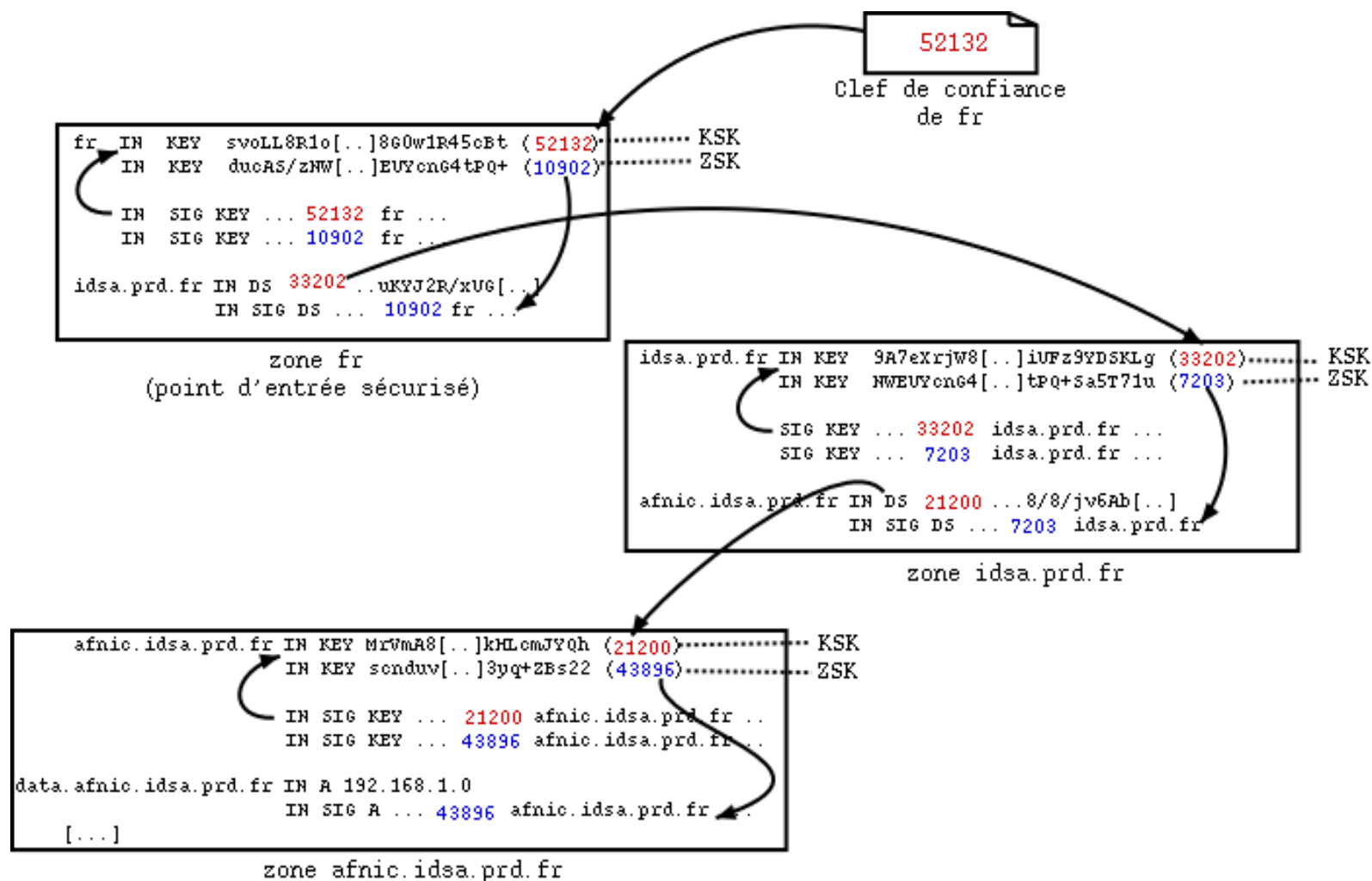


Distinction ZSK/KSK

- Séparer les rôles :
 - Clef qui signe les enregistrements d'une zone: ZSK
 - Clef qui fait office de maillon de confiance: KSK. Elle ne signe que le KEY RRset
- Flexibilité accrue dans la relation zone parent/ zone fille



Authentications en cascade dans une chaîne de confiance





Classification des informations DNS (1)

- Classification objective
 - zone non sécurisée
 - sécurisée localement
 - sécurisée globalement
- Sécurisation progressive de l'arbre et îlots sécurisés

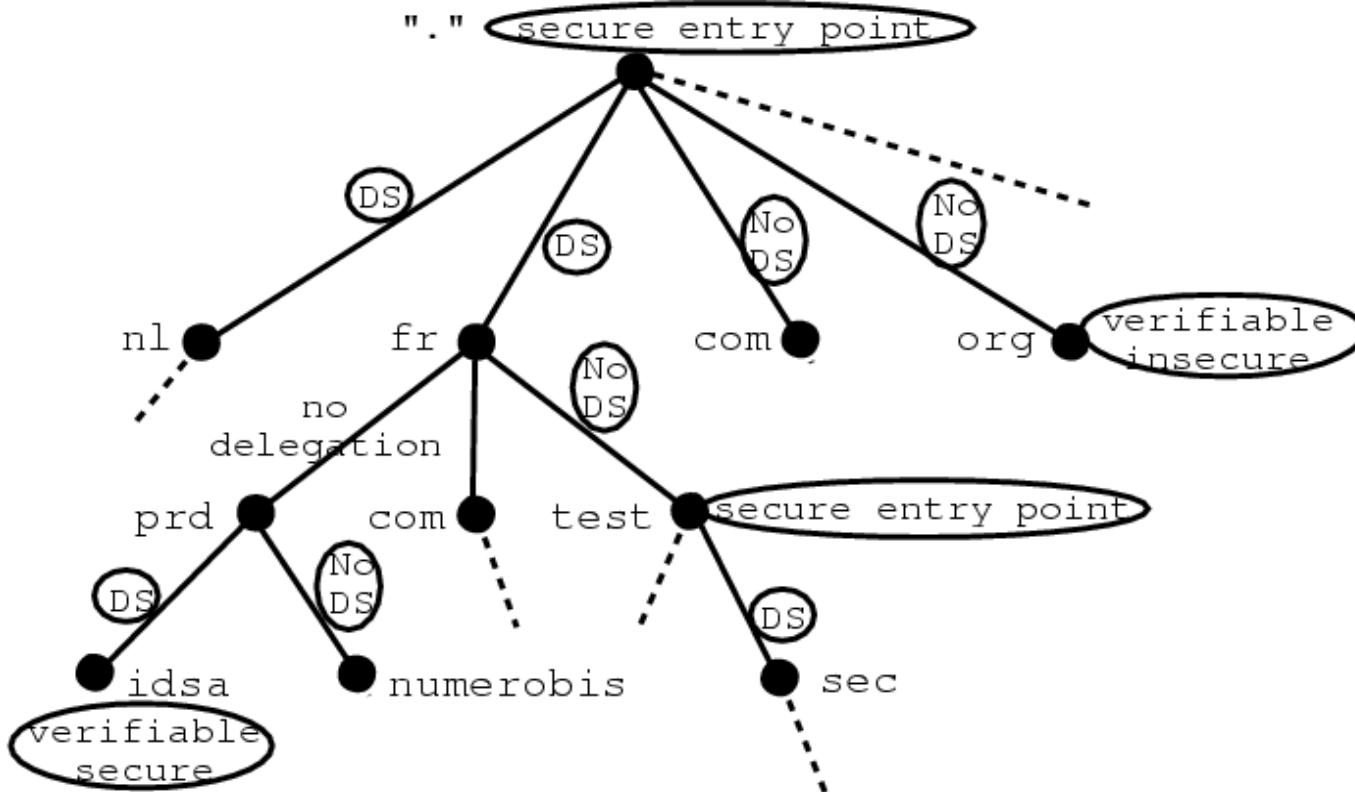


Classification des informations DNS (2)

- Classification subjective :
 - dépendante du resolver en fonctions des clefs de confiance dont il dispose
 - “verifiable secure”, “verifiable insecure”, “ wrong”
- Notions de point d’entrée sécurisé et clefs de confiance



Arbre DNS partiellement sécurisé





Roulement des clefs

- Possibilité de compromission des clefs
 - perte ou vol de la partie privée
 - attaques cryptanalytiques
- Efficacité du modèle ZSK/KSK
- Précautions concernant les temps caractéristiques (validité des sigs, intervalle de resignation, TTLs)



Roulement des clefs (2)

- Roulement ZSK prévu
 - considérations de TTLs, propagation dans les caches
- Roulement KSK prévu
 - transmission de la nouvelle KSK
 - ne pas rompre la chaîne de confiance
- Roulements d'urgence
 - nécessité d'une politique de sécurité locale



Sécurité des transactions: motivations

- Besoin de sécurité spécifique pour :
 - Le transfert de zones
 - Les mises à jour dynamiques (DNS Dynamic Updates)
 - Le dernier canal entre serveur récursif et client resolver (ou résolveur)
- Déployable indépendamment de DNSsec



Sécurité des transactions: TSIG

- Transaction SIGNature (RFC 2845) : meta RR
- Secret partagé (cryptographie symétrique)
- Signature d'un hash (algorithme HMAC-MD5)
- Authenticité et intégrité
- Protection contre le rejeu par “Timestamp”
(synchronisation NTP nécessaire)



TSIG : utilisation pour un transfert de zone

- Générer une clef (dnssec-keygen)
- Transmettre cette clef secrète au serveur secondaire (hors-bande, PGP, scp, etc..)
- Configurer les serveurs

Master →

```
key "transfer-key" {  
    algorithm hmac-md5;  
    secret "sAfrkDLdld56lfD5LvD46DxlFm6f1S=";  
};  
zone confiance.fr {  
    type master;  
    file "db.confiance.fr";  
    allow-transfer { key transfer-key; };  
}
```

Slave →

```
key "transfer-key" {  
    algorithm hmac-md5;  
    secret "sAfrkDLdld56lfD5LvD46DxlFm6f1S=";  
server 192.249.249.1 {  
    keys { transfer-key; };  
};  
zone confiance.fr {  
    type slave;  
    file "db.confiance.fr";  
    masters { 192.249.249.1; };  
};
```

Attention : Secret, algorithme et nom affectés à la clé doivent être identiques sur Master et Slave 1



Une méthode à clefs publiques pour sécuriser les transactions : SIG(0)

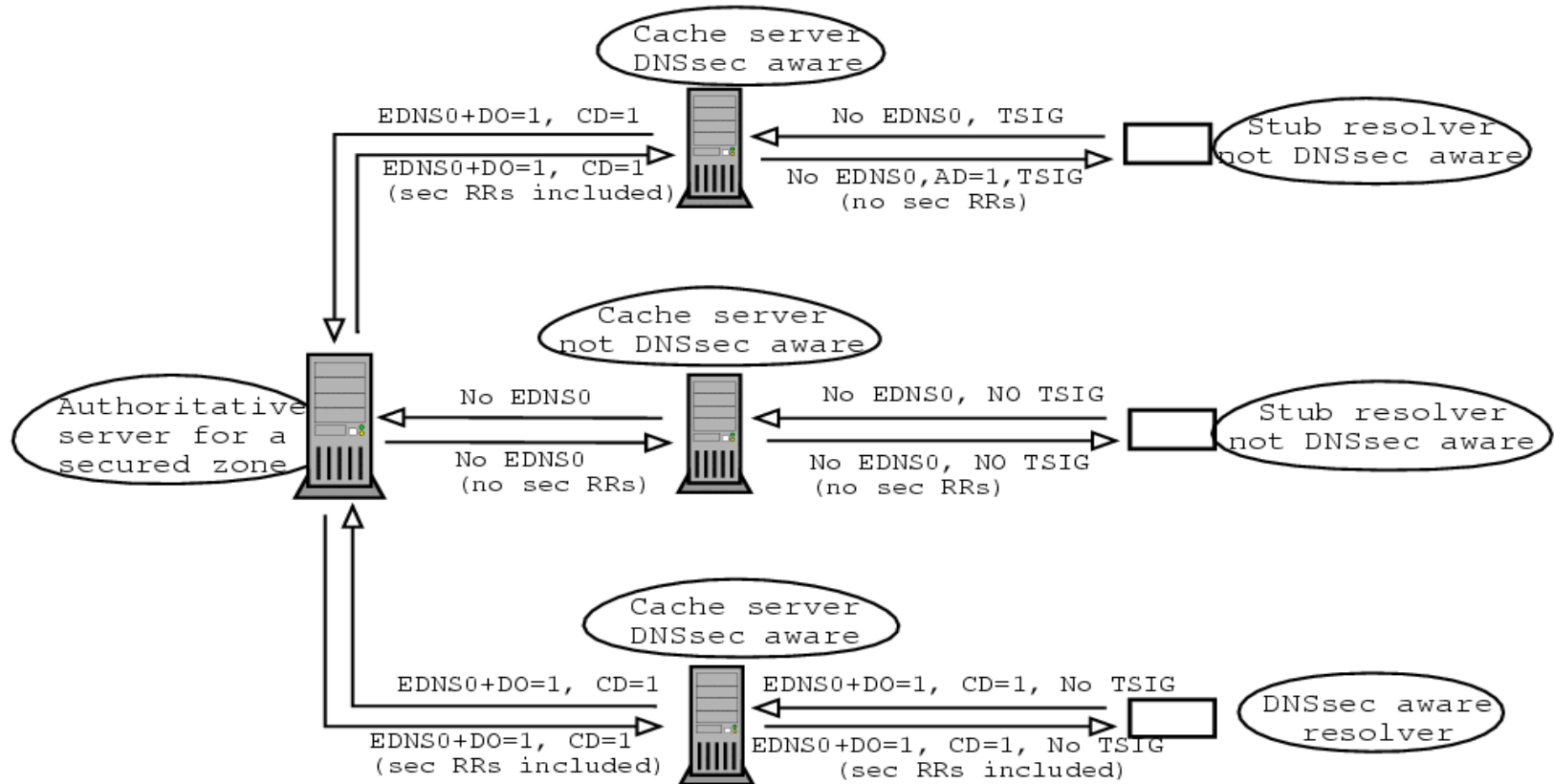
- Très peu implémentée et utilisée
- Principalement pour les mises à jour dynamiques
- Utilise une clef publique stockée dans le DNS



Indication du support DNSsec

- Cohabitation entre entités supportant et ne supportant pas DNSsec
 - indiquer le support DNSsec
 - normaliser le comportement envers les données signées et les RRs de sécurité
- Les extensions EDNS0 (flag DO)
- Deux nouveaux flags : AD et CD

Scénarios de déploiement

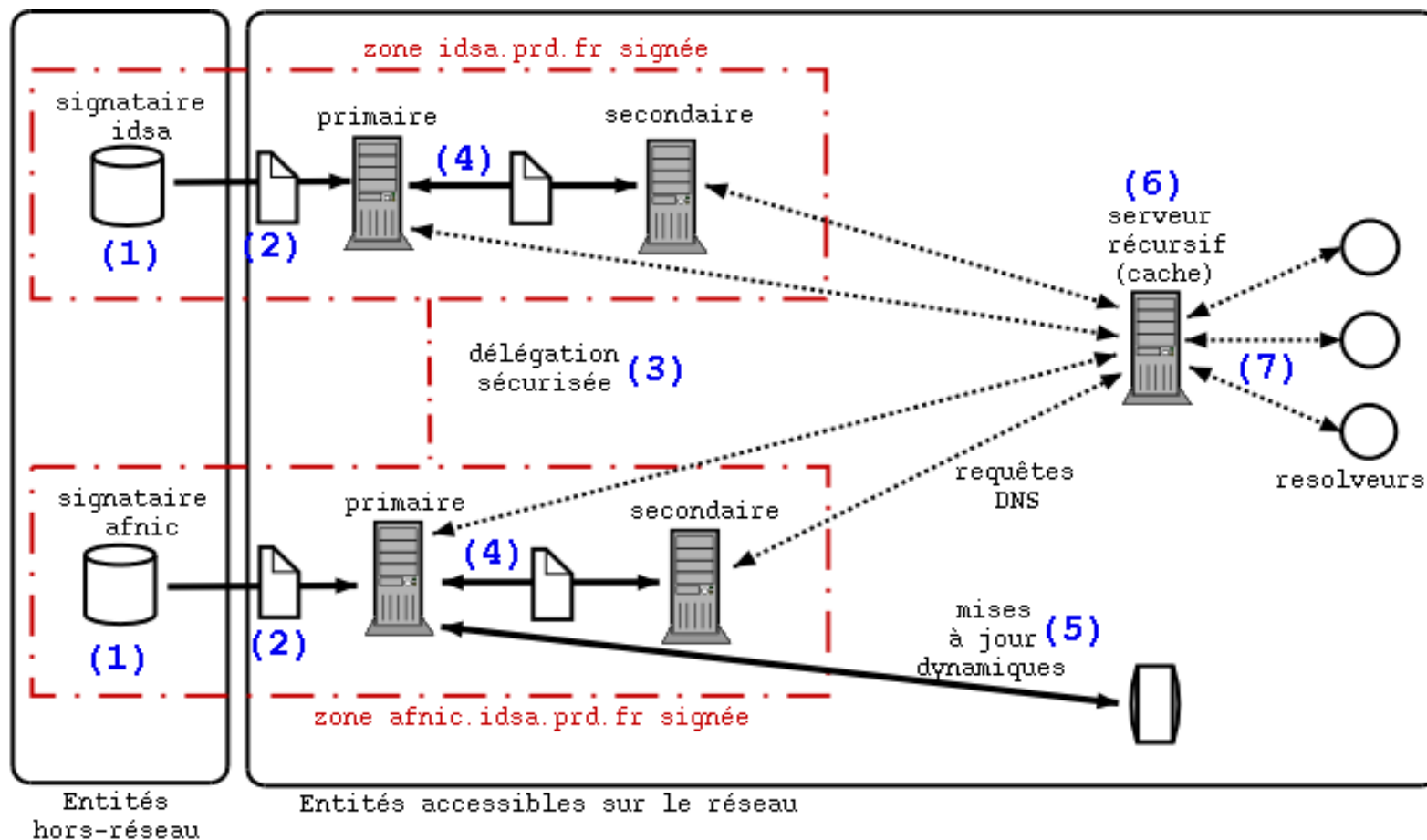




Considérations opérationnelles

- Utilisation de BIND9.3s (snapshots) et ses outils
- Performances
 - temps de signature
 - taille de la zone signée
- Nécessité d'un niveau de sécurité intrinsèque des serveurs
- Nouveaux enjeux : maintenance
 - automatisation des procédures
 - surveillance
 - responsabilité dans les chaînes de confiance
 - précautions pour la gestion des clefs

Bilan opérationnel





Expérimentations DNSsec

- Protocole toujours en évolution
- Expérimentations et retours d 'expérience assez limités
- Sécurisation de la zone fr (Autosign-TLD) sur des serveurs non référencés par les serveurs racine
- Projet RS.net: serveurs racine alternatifs et délégations sécurisées vers les TLDs participants: .fr, .nl, .se, .jp ...



Le projet IDsA

- Projet RNRT IDsA (Infrastructure DNSsec et Applications):
<http://www.idsa.prd.fr> et <ftp://ftp.idsa.prd.fr>
- Déploiement d' une plate-forme de tests
- Développement d' outils de vérification des chaînes de confiance et d 'un resolver supportant DNSsec
- Développement d 'outils d 'automatisation des procédures
- Etude des interactions avec IPsec et Mobile IPv6



Conclusions

- DNSsec : sécurité contre les attaques spécifiques au DNS en proposant authentification de la source et intégrité des données
- Déployable dès maintenant et compatible avec le DNS non sécurisé mais protocole non encore finalisé
- Enjeux:
 - automatisation des procédures
 - résolveur supportant DNSsec
- Rôle de pseudo-PKI pour distribuer les clefs d'autres applications



Références/ liens utiles

- <http://www.idsa.prd.fr>
 - bertrand.leonard@nic.fr
 - dnsssec@nic.fr
 - idsa-tech@nic.fr
- <http://www.isc.org>
- <http://www.ietf.org/html.charters/dnsext-charter.html>
- <http://www.dnsssec.net>



A propos de ce document

- **Auteur** : Bertrand Leonard
- **Copyright IDsA** :

Ce document est la propriété des partenaires du projet RNRT IdsA (Infrastructure DNSsec et applications, http://www.telecom.gouv.fr/rnrt/projets/res_02_22.htm, <http://www.idsa.prd.fr>).

L'utilisation de ce document doit être précédée par l'accord explicite des partenaires IDsA suivants et qui sont joignables sur idsa-tech@nic.fr :

- AFNIC
- France Télécom R&D
- ENST-Bretagne (Rennes)
- IRISA

Toute exploitation de ce document dans un but commercial est réservée.



Questions

