HERVÉ SCHAUER CONSULTANTS
Cabinet de Consultants en Sécurité Informatique depuis 1989
Spécialisé sur Unix, Windows, TCP/IP et Internet

Groupe sécurité Windows de l'OSSIR

13 septembre 2004

Protocoles et trafic réseau en environnement Active Directory

Jean-Baptiste Marchand
<Jean-Baptiste.Marchand@hsc.fr>

Plan

- Introduction aux protocoles réseaux d'Active Directory
- Méthodologie d'analyse du trafic réseau avec ethereal
- Typologie du trafic observé pour chaque protocole
- Scénarios typiques
- Limites et approches complémentaires
- Conclusion
- Références

Protocoles réseaux d'Active Directory

- Active Directory repose sur des protocoles réseaux (protocoles applicatifs)
  - Normalisés : DNS, LDAP, Kerberos V, SNTP
  - Propriétaires : SMB/CIFS, MSRPC
- Utilisation de protocoles de l'Internet, avec des spécificités propres à Microsoft

Protocoles de l'Internet : DNS

- DNS
  - Spécifications : nombreuses RFCs
    - http://www.dns.net/dnsrd/rfc/
  - Service de résolution de noms (remplace la résolution de noms NetBIOS des domaines NT)
    - Mises à jour dynamiques des entrées DNS
    - GSS-TSIG (RFC 3645)
  - Localisation des services d'un domaine
    - Enregistrements DNS de type SRV

Protocoles de l'Internet : LDAP

- LDAP
  - Spécifications : voir RFC 3377
  - Active Directory est un annuaire qui peut être interrogé via LDAP
    - Ports 389 (TCP et UDP), 636 (LDAPS), 3268 et 3269 (Global Catalog AD)
  - Mécanisme SASL utilisé spécifique : GSS-SPNEGO
  - Systèmes Windows accèdent également à Active Directory via MSRPC
    - Interfaces RPC `samr` et `drsuapi`
  - Informations sensibles transitent chiffrées
    - Sessions LDAP sur le port 389, chiffrées via GSS-SPNEGO
    - Opérations MSRPC chiffrées (*packet privacy*)
  - Dans LDAP, pas de normalisation de la réplication des annuaires
    - Active Directory se réplique via MSRPC ou SMTP

Protocoles de l'Internet : Kerberos V

- Kerberos V
  - Protocole d'authentification réseau
  - Protocole défini au MIT puis normalisation IETF, largement déployé en environnements Unix
  - Mis en œuvre par Microsoft, avec des ajouts à la norme
    - Chiffrement RC4-HMAC, transport sur TCP, PAC (Privilege Access Certificate), PKINIT, ...
    - Interfaces standards implémentées pour compatibilité mais non utilisées par les clients Windows natifs
      - Exemple du service kpasswd (pour le changement des mots de passe)
  - Kerberos V intégré aux services Windows via la couche SSPI
    - SPNEGO pour la négotiation entre différents *packages* de sécurité (NTLM, Kerberos V, Schannel, ...)

Protocoles de l'Internet : SNTP

- SNTP
  - Simple Network Time Protocol, version 3 (RFC 1769)
  - Version simplifiée du protocole NTP (RFC 1305)
    - même format de paquets, port 123 UDP
    - précision moindre que NTP (mais suffisante pour Kerberos V)
  - Signature des synchronisations
    - normalement ignorée dans SNTP
    - permet d'authentifier les synchronisations

Protocoles propriétaires : SMB/CIFS

- SMB/CIFS
  - Protocole de partage de ressources des domaines Windows
    - Souvent confondu avec NetBIOS sur TCP/IP
  - Utilisé pour le partage de fichiers / imprimantes
  - Egalement un des transports possibles pour MSRPC
    - Transport via tubes nommés (`ncacn_np`)
    - Nettement moins utilisé que dans NT 4.0, au profit du transport sur TCP/IP
      - Encore utilisé lors de l'ajout d'une machine dans un domaine...
  - Déploiement Group Policy : partage `sysvol`
    - Fichiers `gpt.ini`, `registry.pol`, `*.adm`, `GptTmpl.inf`
  - Scripts de connexion : partage `netlogon`

Protocoles propriétaires : MSRPC

- MSRPC
  - Mise en œuvre MS du standard DCE RPC
  - Domaines Active Directory reposent sur des interfaces RPC clés :
    - `lsarpc` : accès à la LSA (Local Security Authority)
    - `netlogon` : service d'authentification réseau
    - `samr` : accès à la base SAM (compatibilité arrière avec NT 4.0, fonctionne avec l'annuaire AD)
    - `drsuapi` : accès à l'annuaire Active Directory
  - Active Directory utilise le transport TCP pour ces services RPC
    - Portmapper sur le port 135/TCP
    - Intervalles de ports par défaut des services RPC sur TCP
      - 1025-5000, intervalle par défaut, à modifier avec `rpccfg`
    - Rappel : NT 4.0 reposait sur des services RPC transportés sur SMB, lui-même dans NetBIOS sur TCP/IP (port 139 TCP)

Authentification réseau

- Kerberos V est le protocole d'authentification réseau dans AD
  - Remplace avantageusement NTLM
  - Authentification mutuelle
  - Protocoles réseaux mentionnés ont été modifiés pour supporter Kerberos
    - Authentification des sessions SMB/CIFS
    - Authentification des sessions LDAP
    - Authentification des appels MSRPC
    - Authentification des mises à jour dynamiques du DNS
  - Support de Kerberos V via un protocole de négociation, SPNEGO (Simple Protected Negotiation Mechanism, RFC 2478)
    - Plusieurs erreurs dans l'implémentation de SPNEGO par Microsoft, rendant l'interopérabilité difficile...

Analyse du trafic réseau : buts

- Buts possibles de l'analyse du trafic réseau
  - Comprendre Active Directory
  - Valider le bon fonctionnement des mécanismes clés d'Active Directory
    - Ex 1 : renouvellement des tickets Kerberos
    - Ex 2 : application régulière de la Group Policy
  - Tracer des dysfonctionnements

Analyse du trafic réseau : méthodologie

- Avoir accès au trafic réseau des contrôleurs de domaines
  - Pour pouvoir le capturer
- Utiliser un analyseur réseau supportant les protocoles sus-cités
  - Analyseur réseau de choix : ethereal
  - Logiciel libre fonctionnant sous Unix et Windows
  - Support de nombreux protocoles, dont les protocoles spécifiques Windows (SMB/CIFS et MSRPC)
  - Supporte le déchiffrement du trafic Kerberos
    - Sous Unix avec Heimdal (http://www.pdc.kth.se/heimdal/)
  - http://www.ethereal.com/

Typologie du trafic réseau

- Aperçu de la typologie du trafic
  - Examiner les protocoles observés
    - fonction `Protocol Hierarchy` d'ethereal
  - Examiner la typologie du trafic
    - fonction `Conversations` d'ethereal
    - `IPv4 conversations` : systèmes ayant généré du trafic
    - `TCP, UDP conversation` : couples adresses IP, ports (sources et destinations)

Fonction *Protocol Hierarchy*

Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End Bytes	End Mbit/s
⊟ Frame	100.00%	278	73952	0.003	0	0	0.000
⊟ Ethernet	100.00%	278	73952	0.003	0	0	0.000
Address Resolution Protocol	2.88%	8	462	0.000	8	462	0.000
⊟ Internet Protocol	97.12%	270	73490	0.003	0	0	0.000
⊟ User Datagram Protocol	12.95%	36	20158	0.001	0	0	0.000
Domain Name Service	5.04%	14	2123	0.000	14	2123	0.000
⊟ Lightweight Directory Access Protocol	2.16%	6	1315	0.000	3	664	0.000
Lightweight Directory Access Protocol	1.08%	3	651	0.000	3	651	0.000
Kerberos	5.04%	14	16500	0.001	14	16500	0.001
Network Time Protocol	0.72%	2	220	0.000	2	220	0.000
⊟ Transmission Control Protocol	82.73%	230	53082	0.002	114	12540	0.001
⊟ DCE RPC	12.95%	36	9223	0.000	12	2823	0.000
DCE/RPC Endpoint Mapper	2.16%	6	1160	0.000	6	1160	0.000
Microsoft Network Logon	3.60%	10	3376	0.000	10	3376	0.000
Microsoft Directory Replication Service	2.88%	8	1864	0.000	8	1864	0.000
⊟ NetBIOS Session Service	11.51%	32	6669	0.000	0	0	0.000
SMB (Server Message Block Protocol)	11.51%	32	6669	0.000	32	6669	0.000
⊟ Lightweight Directory Access Protocol	15.83%	44	23807	0.001	42	22481	0.001
Lightweight Directory Access Protocol	0.72%	2	1326	0.000	2	1326	0.000
Hypertext Transfer Protocol	1.44%	4	843	0.000	4	843	0.000
Internet Control Message Protocol	1.44%	4	250	0.000	4	250	0.000

Conversations TCP

Ethernet: 3 | Fibre Channel | FDDI | IPv4: 2 | IPX | TCP: 13 | Token Ring | UDP: 17

TCP Conversations

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B
192.70.106.144	1046	192.70.106.151	80	11	1249	5	625	6	624
192.70.106.144	1029	192.70.106.151	135	15	1604	9	908	6	696
192.70.106.144	1052	192.70.106.151	135	12	1040	7	638	5	402
192.70.106.144	1056	192.70.106.151	389	23	7166	13	3157	10	4009
192.70.106.144	1043	192.70.106.151	389	20	7815	12	3096	8	4719
192.70.106.144	1045	192.70.106.151	389	15	3103	9	2240	6	863
192.70.106.144	1057	192.70.106.151	389	12	3891	7	2019	5	1872
192.70.106.144	1058	192.70.106.151	389	12	3823	7	1974	5	1849
192.70.106.144	1059	192.70.106.151	389	12	3869	7	2019	5	1850
192.70.106.144	1035	192.70.106.151	445	44	8835	25	5700	19	3135
192.70.106.144	1039	192.70.106.151	1025	22	5685	12	4078	10	1607
192.70.106.144	1031	192.70.106.151	1025	18	3702	11	2324	7	1378
192.70.106.144	1030	192.70.106.151	1025	14	1300	8	828	6	472

Conversations UDP

Ethernet: 3 | Fibre Channel | FDDI | IPv4: 2 | IPX | TCP: 13 | Token Ring | UDP: 17

UDP Conversations

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B
192.70.106.144	1026	192.70.106.151	53	4	758	2	244	2	514
192.70.106.144	1047	192.70.106.151	53	2	252	1	83	1	169
192.70.106.144	1048	192.70.106.151	53	2	252	1	126	1	126
192.70.106.144	1049	192.70.106.151	53	2	251	1	87	1	164
192.70.106.144	1050	192.70.106.49	53	2	231	1	171	1	60
192.70.106.144	1053	192.70.106.151	53	2	379	1	122	1	257
192.70.106.144	1036	192.70.106.151	88	2	1728	1	361	1	1367
192.70.106.144	1037	192.70.106.151	88	2	2666	1	1346	1	1320
192.70.106.144	1038	192.70.106.151	88	2	2645	1	1339	1	1306
192.70.106.144	1040	192.70.106.151	88	2	2666	1	1346	1	1320
192.70.106.144	1041	192.70.106.151	88	2	2600	1	1324	1	1276
192.70.106.144	1044	192.70.106.151	88	2	2720	1	1364	1	1356
192.70.106.144	1051	192.70.106.151	88	2	1475	1	1335	1	140
192.70.106.144	123	192.70.106.151	123	2	220	1	110	1	110
192.70.106.144	1028	192.70.106.151	389	2	467	1	250	1	217
192.70.106.144	1034	192.70.106.151	389	2	424	1	207	1	217
192.70.106.144	1054	192.70.106.151	389	2	424	1	207	1	217

Filtrage du trafic réseau

- Filtrage du trafic réseau
  - Ethereal supporte des filtres d'affichage (*display filters*)
  - La plupart des dissecteurs ethereal rendent accessibles les différents champs du protocole décodé
  - Filtrage des trames affichées peut se faire sur la valeur de n'importe quel champ décodé
  - Fonctions `Apply as filter` et `Prepare a filter`

Exemple de filtres d'affichage

- Filtres d'affichage des différents protocoles
  - `smb` : sessions SMB
  - `ldap && udp` : trafic CLDAP
  - `ldap && tcp` : trafic LDAP
  - `dcerpc` : trafic MSRPC
  - `kerberos && udp` : messages Kerberos (port 88 UDP)
  - `kerberos.msg.type == 10` : affiche les messages Kerberos AS-REQ
  - `smb && kerberos`, `ldap && kerberos`, `dcerpc && kerberos` : trames d'authentification des différents protocoles (messages AP-REQ et AP-REP)
    - Ici, équivalent à : `kerberos && tcp`

Authentification Kerberos : SMB, MSRPC, LDAP

Filter: kerberos && tcp | Add Expression... | Clear | Apply

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
55	2004-07-15 11:18:56.957848	192.70.106.144	192.70.106.151	SMB	Session Setup AndX Request
57	2004-07-15 11:18:57.016509	192.70.106.151	192.70.106.144	SMB	Session Setup AndX Response
75	2004-07-15 11:18:57.927875	192.70.106.144	192.70.106.151	DCERPC	Bind: call_id: 1 UUID: DRSUAPI
77	2004-07-15 11:18:57.958316	192.70.106.151	192.70.106.144	DCERPC	Bind_ack: call_id: 1 accept max_>
78	2004-07-15 11:18:57.960004	192.70.106.144	192.70.106.151	DCERPC	Alter_context: call_id: 1 UUID: I
104	2004-07-15 11:18:58.521506	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=3 Bind Request, DN=(null)
105	2004-07-15 11:18:58.599533	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=3 Bind Result
112	2004-07-15 11:18:58.667594	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=7 Bind Request, DN=(null)
113	2004-07-15 11:18:58.749381	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=7 Bind Result
217	2004-07-15 11:20:00.033894	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=3 Bind Request, DN=(null)
218	2004-07-15 11:20:00.116670	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=3 Bind Result
230	2004-07-15 11:20:00.238930	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=10 Bind Request, DN=(null)
231	2004-07-15 11:20:00.324893	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=10 Bind Result
243	2004-07-15 11:20:00.381976	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=15 Bind Request, DN=(null)
244	2004-07-15 11:20:00.474899	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=15 Bind Result
255	2004-07-15 11:20:00.504705	192.70.106.144	192.70.106.151	LDAP	MsgId=20 Bind Request, DN=(null)
256	2004-07-15 11:20:00.574816	192.70.106.151	192.70.106.144	LDAP	MsgId=20 Bind Result

Scénarios typiques

- Scénarios typiques
  - Ajout d'une machine dans le domaine
  - Démarrage d'une station membre du domaine ou un contrôleur de domaine
  - Changement du mot de passe des comptes machines
    - Tous les 30 jours par défaut
  - Authentification d'un utilisateur sur le domaine
  - Réplications entre contrôleurs de domaine
  - Applications de la Group Policy
  - ...

Trafic DNS et CLDAP

- Trafic DNS
  - Résolution d'enregistrements SRV
    - _service._protocol.DnsDomainName
    - Ex: `_ldap._tcp.sitename._sites.dc._msdcs.domainname` pour localiser un contrôleur de domaine
- Trafic CLDAP
  - Obtenir le contrôleur de domaine le plus proche (en terme de sites)
  - API `DsGetDcName()`, implémentée par un pseudo-appel RPC à Active Directory
    - Nom du site est mis en cache (valeur `DynamicSiteName`)
  - Filtre ethereal : `ldap && udp`
  - Documenté dans la section *Locating Active Directory Servers* du Resource Kit de Windows 2000

Trafic DNS : mise à jour dynamique (1/2)

- Mise à jour dynamique
  - réalisée par le service dhcp (même en adressage statique)
    - `Register this connection's addresses in DNS` (activé par défaut)
    - au démarrage de la machine en adressage statique (A et PTR)
    - a chaque changement d'adresse en adressage dynamique (DHCP)
      - En fonction du paramétrage du serveur DHCP (par défaut, uniquement le A)
    - toutes les 24 heures par défaut
      - Valeur `DefaultRegistrationRefreshInterval`
      - TTL de 20 minutes par défaut pour les enregistrements {A, PTR} mis à jour (valeur `DefaultRegistrationTtl`)
    - exécutable manuellement : `ipconfig /registerdns`

Trafic DNS : mise à jour dynamique (2/2)

Trafic LDAP

- Trafic LDAP
  - typiquement authentifié via le mécanisme SASL GSS-SPNEGO
    - Le dn (*distinguished name*) au niveau du *bind* LDAP est vide
  - débute par une requête pour obtenir certains attributs du rootDSE
    - `SupportedSASLMechanisms`
    - `LdapServiceName`
  - trafic LDAP peut être chiffré
  - Lorsque le trafic est en clair, examiner les paramètres de la recherche :
    - DN de base, portée (*scope*), filtre, attributs, ...
  - erreurs dans une requête LDAP
    - Filtre `ldap.result.errormsg`
  -

Trafic MSRPC (1/2)

- Trafic MSRPC
  - Localisation des services RPC sur TCP/IP
    - endpoint mapper, port TCP 135 (`epm`)
    - Retourne le port TCP sur lequel écoute un service RPC donné
    - Opération `map`, non authentifiée
  - Accès à la Local Security Authority (`lsa`)
    - Authentification Kerberos
    - Port TCP (typiquement 1025, à fixer cf MSKB #224196)
    - Ex: opérations `LsarQueryInformationPolicy(2)`
  - Accès à Active Directory via interface RPC de la SAM (`samr`)
    - Authentification Kerberos, sur le même port TCP
    - Exemple : création d'un compte machine sur un DC pour un nouveau serveur membre est réalisé via `samr` (opération `SamrCreateUser2InDomain`)

Trafic MSRPC (2/2)

- Trafic MSPRC (suite)
  - Authentification sur le domaine, service netlogon (`rpc_netlogon`)
    - Toujours le même port TCP
    - Opérations `NetrServerReqChallenge` et `NetrServerAuthenticate3`
  - Accès à Active Directory via RPC (plutôt que LDAP)
    - Interface `drsuapi`, toujours sur le même port TCP
    - Typiquement, opération `DRSCrackNames` (opérations `DrsBind` et `DrsUnbind`), qui implémente l'API `DsCrackNames()`
    - Trafic chiffré donc typiquement pas visible en analyse réseau

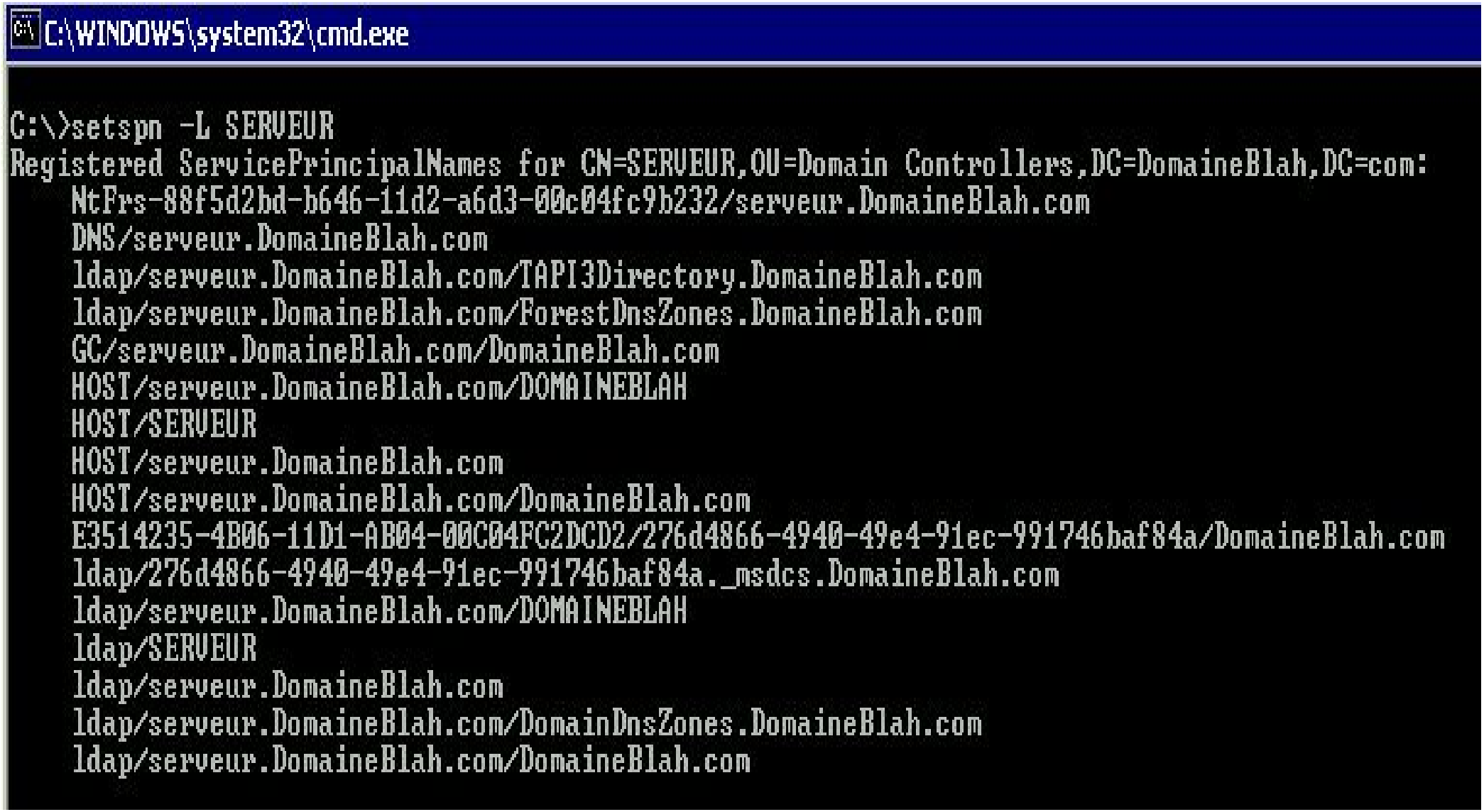
Trafic Kerberos

- Trafic Kerberos
  - Obtention de TGT
    - Démarrage d'une machine sur le domaine
    - Authentification utilisateur
    - Messages AS-REQ (10) et AS-REP (11)
  - Obtention de tickets de services
    - Messages TGS-REQ (12) et TGS-REP (13)
    - Noms de services typiques : host, ldap, cifs, dns, ...
  - Utilisation des tickets de services
    - Messages AP-REQ (14) et AP-REP (15)
    - Typiquement encapsulés dans SPNEGO

Service Principal Names (SPN) dans AD

- *Service Principal Names*
  - Authentification par Kerberos auprès des services réseaux AD se fait en obtenant un ticket pour un service donné
  - Le service est désigné via un SPN (Service Principal Name)
  - Attribut `servicePrincipalName` (*case-insensitive*) de la classe User
  - Egalement, attribut `sPNMappings` (SPNs équivalents au SPN Host)
- Sur le fil
  - SPN apparaît au niveau des messages TGS-REQ, TGS-REP et AS-REQ
  - Message TGS-REP peut contenir un SPN différent de celui envoyé
    - Option de mise sous forme canonique sous Windows 2000
    - SPN retourné est de la forme SERVER$
    - Mise sous forme canonique désactivée dans Windows Server 2003

SPN enregistrés sur un DC AD



Kerberos : tickets d'un utilisateur connecté à un domaine (Windows 2000)

```
C:\>klist tickets

Cached Tickets: (5)

   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 8/27/2004 0:51:47
      Renew Time: 9/2/2004 14:51:47


   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 8/27/2004 0:51:47
      Renew Time: 9/2/2004 14:51:47


   Server: HOST/serveur.DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 8/27/2004 0:51:47
      Renew Time: 9/2/2004 14:51:47


   Server: ldap/serveur.DomaineBlah.com/DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 8/27/2004 0:51:47
      Renew Time: 9/2/2004 14:51:47


   Server: LDAP/serveur.DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 8/27/2004 0:51:47
      Renew Time: 9/2/2004 14:51:47
```

Kerberos : tickets d'un utilisateur connecté à un domaine (Windows XP)

```
C:\>klist tickets

Cached Tickets: (6)

   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27


   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27


   Server: ldap/serveur.DomaineBlah.com/DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27


   Server: cifs/serveur.domaineblah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27


   Server: LDAP/serveur.DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27


   Server: host/wxpdflt.domaineblah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 7/30/2004 5:56:27
      Renew Time: 8/5/2004 19:56:27
```

Kerberos : tickets d'une machine DC (1/2) (session de connexion LOCALSYSTEM)

```
C:\>klist tickets

Cached Tickets: (9)

   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: krbtgt/DOMAINEBLAH.COM@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: W2KKDC$@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: SERVEUR$@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06
```

Kerberos : tickets d'une machine DC (2/2) (session de connexion LOCALSYSTEM)

```
   Server: ldap/w2kkdc.DomaineBlah.com/DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: ldap/w2kkdc.DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: HOST/serveur.DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


   Server: E3514235-4B06-11D1-AB04-00C04FC2DCD2/276d4866-4940-49e4-91ec-991746ba
f84a/DomaineBlah.com@DOMAINEBLAH.COM
      KerbTicket Encryption Type: RSADSI RC4-HMAC(NT)
      End Time: 9/7/2004 20:32:06
      Renew Time: 9/14/2004 10:32:06


C:\>
```

Trafic Kerberos : erreurs

- Trafic Kerberos : erreurs communes
  - Message KRB-ERROR (30) (`kerberos.msg.type == 30`)
    - KRB5KRB_AP_ERR_SKEW
      - Problème de synchronisation horaire
    - KRB5KDC_ERR_PREAUTH_FAILED
      - Typiquement, mauvais mot de passe
    - KRB5KRB_AP_ERR_TKT_EXPIRED
      - Ticket expiré, à renouveler
      - La LSA cache le mot de passe des utilisateurs donc peut obtenir un nouveau TGT, dans la limite de 7 jours (*Max. Lifetime for user ticket renewal*)
    - KRB5KDC_ERR_S_PRINCIPAL_UNKNOWN
      - Principal non reconnu par le KDC
      - Absence de SPN (attribut servicePrincipalName) sur un compte dans AD ?
      - Ex : utilisation d'une adresse IP dans un nom UNC
        - Fallback sur l'authentification NTLM

Déchiffrement des tickets Kerberos

```
Client Realm: DOMAINEBLAH.COM
⊞ Client Name (Principal): vtsoin$
⊟ Ticket
    Tkt-vno: 5
    Realm: DOMAINEBLAH.COM
  ⊟ Server Name (Service and Instance): LDAP/serveur.DomaineBlah.com
      Name-type: Service and Instance (2)
      Name: LDAP
      Name: serveur.DomaineBlah.com
  ⊟ enc-part rc4-hmac
      Encryption type: rc4-hmac (23)
      Kvno: 21
    ⊟ enc-part: A9ADC3F96D13DD9C26E763D3DC902B8F...
        [Decrypted using: keytab principal serveur$@DOMAINEBLAH.COM]
      ⊟ EncTicketPart
          Padding: 0
        ⊞ Ticket Flags (Forwardable, Renewable, Pre-Auth, Ok As Delegate)
        ⊞ key rc4-hmac
          Client Realm: DOMAINEBLAH.COM
        ⊞ Client Name (Principal): vtsoin$
        ⊞ TransitedEncoding DOMAIN-X500-COMPRESS
          Authtime: 2004-08-27 13:32:15 (Z)
          Start time: 2004-08-27 13:32:15 (Z)
          End time: 2004-08-27 23:32:15 (Z)
          Renew-till: 2004-09-03 13:32:15 (Z)
        ⊟ AuthorizationData AD-IF-RELEVANT
            Type: AD-IF-RELEVANT (1)
          ⊟ Data: 308202623082025EA00402020080A182...
            ⊟ IF_RELEVANT AD-Win2k-PAC
                Type: AD-Win2k-PAC (128)
              ⊟ Data: 040000000000000001000000C0010000...
                  Num Entries: 4
                  Version: 0
                ⊞ Type: Logon Info (1)
                ⊞ Type: Client Info Type (10)
                ⊞ Type: Server Checksum (6)
                ⊞ Type: Privsvr Checksum (7)
⊟ enc-part rc4-hmac
    Encryption type: rc4-hmac (23)
  ⊟ enc-part: 71CAA300948E49193D8A4AFC32FD1DA7...
      [Decrypted using: key learnt from frame 79]
```

Réplication d'Active Directory

- Réplication d'Active Directory
  - Interface MSRPC `drsuapi` (1 port TCP)
  - Fixer le port TCP des services RPC netlogon et drsuapi (MSKB #224196)
  - Entre contrôleurs de domaine
    - Opération `DRSReplicaSync` (drsuapi)
      - Prévenir un partenaire qu'il y a des données à répliquer
    - Opération `DRSGetNCChanges` (drsuapi)
      - Obtenir les changements pour un NC (*Naming Context*) donné
    - Connexions RPC au service drsuapi sont authentifiées avec un ticket Kerberos obtenu pour le nom de principal suivant :
      - `e3514235-4b06-11d1-ab04-00c04fc2dcd2` (UUID de l'interface drsuapi)
      - GUID du contrôleur de domaine cible
      - Nom DNS du domaine

Réplication FRS (File Replication Service)

- Réplication FRS
  - Interface MSRPC `frsrpc` (1 port TCP)
  - Fixer le port TCP du service RPC du service FRS (MSKB #319553)
  - Entre contrôleurs de domaine
    - Opération `FrsRpcStartPromotionParent` au démarrage d'un DC
    - Opération `FrsRpcSendCommPkt` pour la réplication régulière

Trafic NTP

- Trafic NTP
  - Service w32time, démarré sur les serveurs membres d' un domaine
  - Mode NT5DS (par défaut), qui utilise la hiérarchie AD pour la synchronisation horaire
  - Synchronisation NTP au démarrage, avec un contrôleur de domaine
    - Identifié via CLDAP au démarage
    - Puis toutes les 45 minutes (3 fois de suite) puis toutes les 8 heures
  - Mécanisme de synchronisation
    - Client envoie le RID (compte machine) dans la requête (champ *KeyID*)
      - Ce RID est obtenu en retour de l'opération `NetrServerAuthenticate3`
    - Temps retourné est signé (champ *Message authentication code*)

Limites et approches complémentaires

- Limites de l'analyse réseau
  - Trafic chiffré : typiquement LDAP et certaines opérations MSRPC
  - Trafic non décodé par un analyseur réseau
    - Typiquement avec MSRPC, où les opérations RPC ne contiennent pas de référence à l'interface DCE RPC utilisée
      → Utiliser la fonction Decode As DCE-RPC d'ethereal
- Approches complémentaires
  - Corrélation des traces réseaux avec les événements journalisés
    - Journaux Sécurité et Système des systèmes Windows
  - Outils de diagnostic sur les serveurs
    - Ex : statistiques accessibles via l'outil *System Monitor* (perfmon.msc), avec l'objet NTDS
    - Ex : outils pour visualiser le cache des tickets Kerberos

Conclusion

- Une bonne compréhension des protocoles présentés ici est nécessaire pour exploiter au mieux Active Directory
- L'analyse réseau est une des manières possibles d'acquérir une telle compréhension
  - Voir les protocoles sur le fil, dans un environnement réel, est un bon complément à la lecture des *whitepapers* techniques
- L'analyse réseau permet également de diagnostiquer des dysfonctionnements
  - Lorsque les outils de diagnostic ou les journaux ne sont pas suffisants...
- ethereal est l'outil de choix pour analyser des traces collectées en environnements Active Directory

Références : trafic réseau

- Trafic réseau en environnement Windows
  - Windows 2000 Startup and Logon Traffic Analysis
    - http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windows2000serv/deploy/confeat/w2kstart.mspx
  - Network Ports Used by Key Microsoft Server Products
    - http://www.microsoft.com/smallbusiness/gtm/securityguidance/articles/ref_net_ports_ms_prod.mspx
  - Using Windows { XP SP1, 2000 SP4, Server 2003} in a Managed Environment
    - http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId={22607, 22608, 22609}

Références : DNS

- Implémentation du DNS dans Active Directory
  - Windows 2000 DNS White Paper
    - http://www.microsoft.com/windows2000/techinfo/howitworks/communications/nameadrmgmt/w2kdns.asp
  - RFC 3645 : Generic Security Service Algorithm for Secret Key Transaction Authentication for DNS (GSS-TSIG)

Références : Kerberos

- Protocole
  - draft-ietf-krb-wg-kerberos-clarifications-08.txt
    - Mise à jour de la RFC 1510 (spécification originale de Kerberos V)
    - http://kerberos.info/
- Documents
  - Troubleshooting Kerberos Errors (Microsoft)
    - http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windowsserver2003/technologies/security/tkerberr.mspx
- Outils
  - klist, kerbtray (Microsoft)
  - tktview : http://msdn.microsoft.com/msdnmag/issues/0500/security/
  - leash32 : http://web.mit.edu/kerberos/

Références : LDAP

- LDAP et CLDAP
  - Active Directory Domain Controller Location Service (Anthony Liguori, Samba team)
    - Description de CLDAP (Connectionless LDAP)
    - http://oss.software.ibm.com/linux/presentations/samba/cifs2003/Liguorifinal.pdf
  - Active Directory LDAP compliance (Microsoft)
    - http://www.microsoft.com/windowsserver2003/techinfo/overview/ldapcomp.mspx
  - Schéma LDAP Active Directory (Windows 2000, Windows Server 2003 et ADAM)
    - http://msdn.microsoft.com/library/en-us/adschema/adschema/active_directory_schema.asp

Références : SMB/CIFS et MSRPC

- Ouvrage de référence sur SMB/CIFS
  - Livre en ligne Implementing CIFS
    - http://www.ubiqx.org/cifs/
- MSRPC
  - Windows network services internals
    - http://www.hsc.fr/ressources/articles/win_net_srv/
  - Testing MSRPC (Andrew Tridgell, Samba Team)
    - http://samba.org/ftp/samba/slides/tridge_cifs04.pdf
  - MSRPC architecture & security problems related
    - http://www.xfocus.net/projects/Xcon/2003/Xcon2003_kkqq.pdf
  - Microsoft Windows RPC Security Vulnerabilities
    - http://conference.hackinthebox.org/materials/lsd/

Références : SNTP

- Références Microsoft
  - The Windows Time Service
    - http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windows2000serv/maintain/operate/wintime.mspx
  - Basic Operation of the Windows Time Service (MSKB #224799)
  - Windows Time Service Tools and Settings (Windows Server 2003 Technical Reference)
  - Using Windows XP Professional with Service Pack 1 in a Managed Environment (Windows Time Service)
    - http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/winxppro/maintain/xpmanaged/27_xpwts.mspx
  - Security aspects of time synchronization infrastructure
    - http://www.security.nnov.ru/advisories/timesync.asp

Remerciements

- Emmanuel Le Chevoir et Fabien Dupont
- Communauté de développeurs ethereal