# SECRETS D'AUTHENTIFICATION

## Épisode II

# KERBEROS CONTRE-ATTAQUE

**Aurélien Bordes**

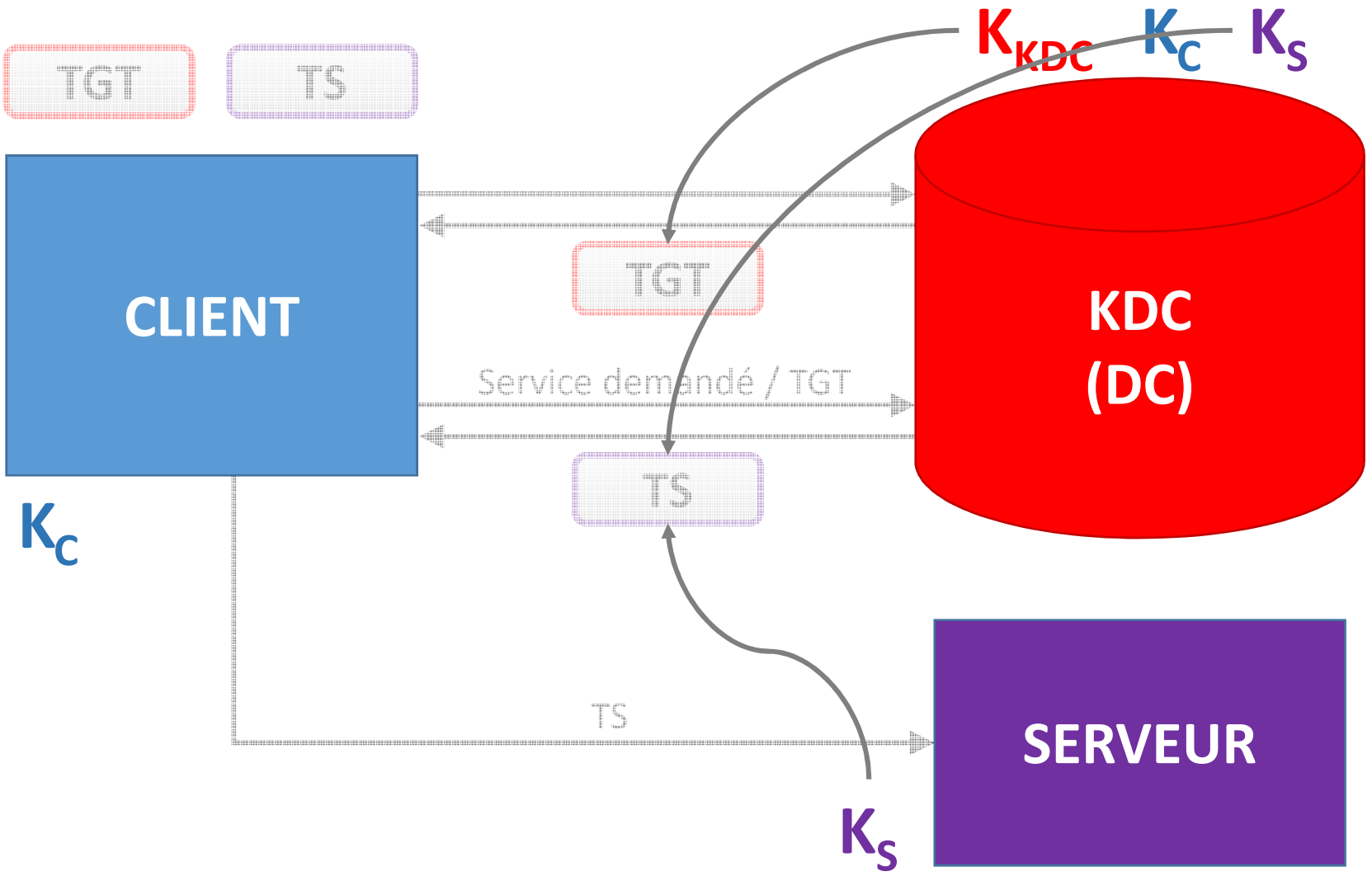
**SSTIC – 4 juin 2014**

# Objectifs

- Détailler le fonctionnement et les spécificités de Kerberos en environnement Active Directory :
  - **Autorisation (PAC)**
  - **Fonctionnement du compte `krbtgt`**
  - **Relations d'approbation**
  - **Journalisation des évènements Kerberos**
  - Délégation
  - Sélection des algorithmes de chiffrement
  - Gestion des cartes à puce avec PKINIT
  - Service for User (S4U)

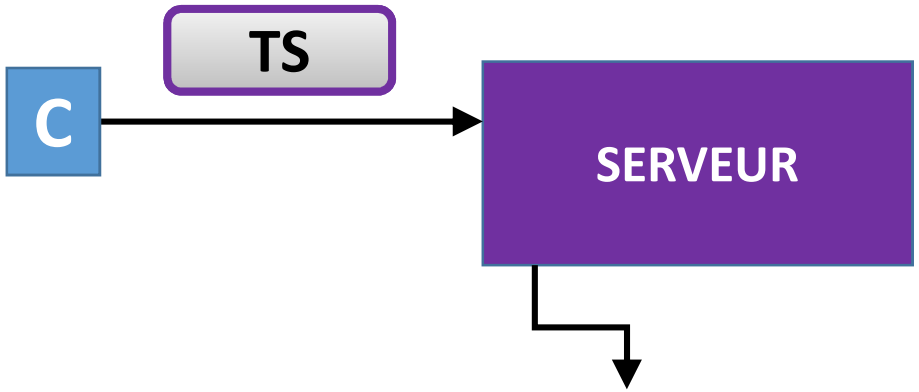
- Montrer les problématiques liées à une compromission d'un domaine Active Directory (*pwdump*) :
  - Actions possibles de l'attaquant
  - Problèmes de remédiation

# Kerberos en 1 planche…

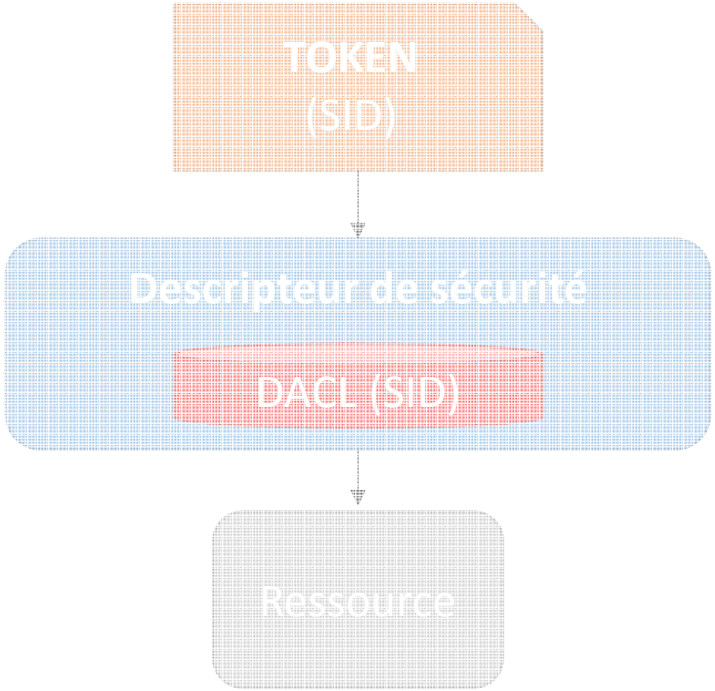


# Kerberos et l'autorisation

- De base, Kerberos permet d'authentifier les utilisateurs
- Mais Kerberos reste insuffisant vis-à-vis du contrôle d'accès de Windows (qui repose sur les SID)

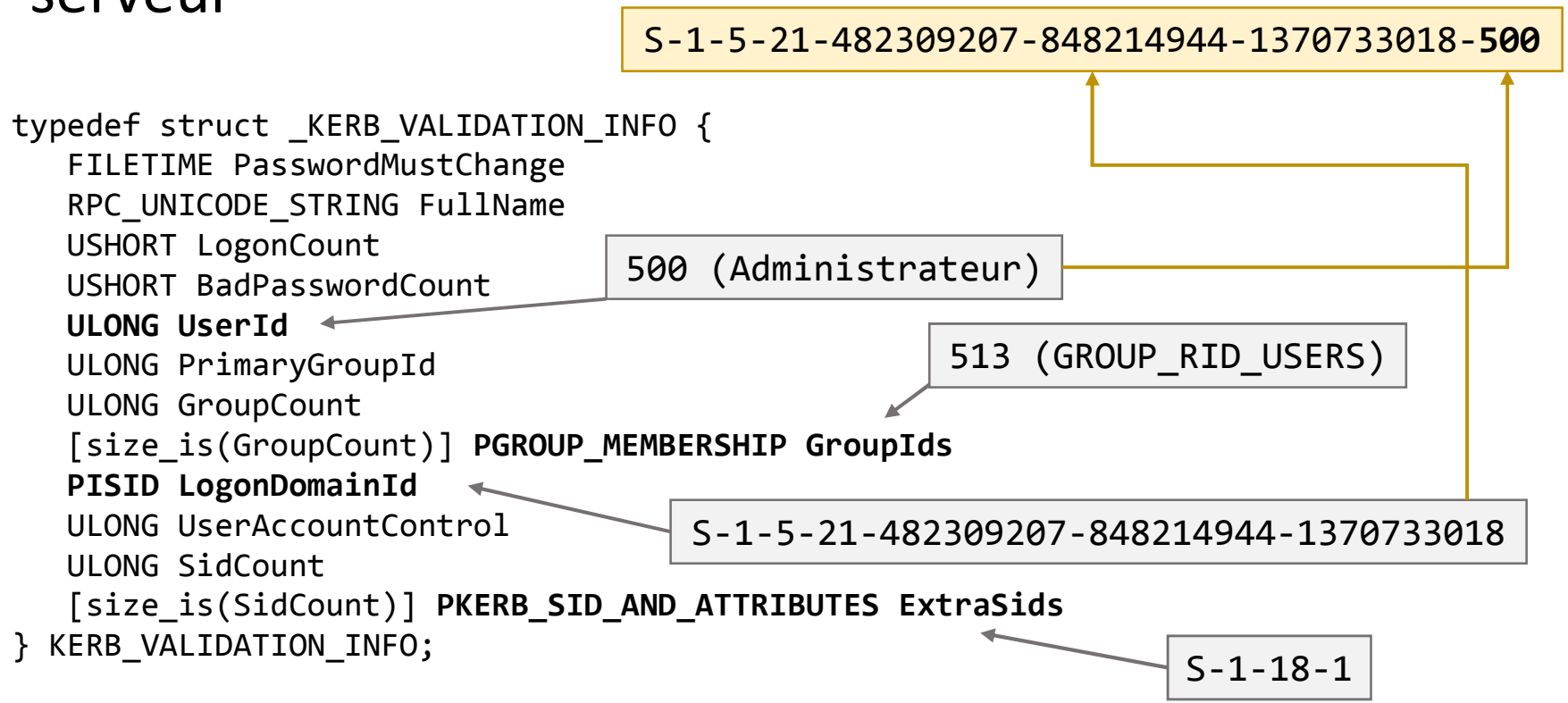



UPN : client_name @ client_realm
(exemple : Administrateur @ demo.dom)



# Autorisation

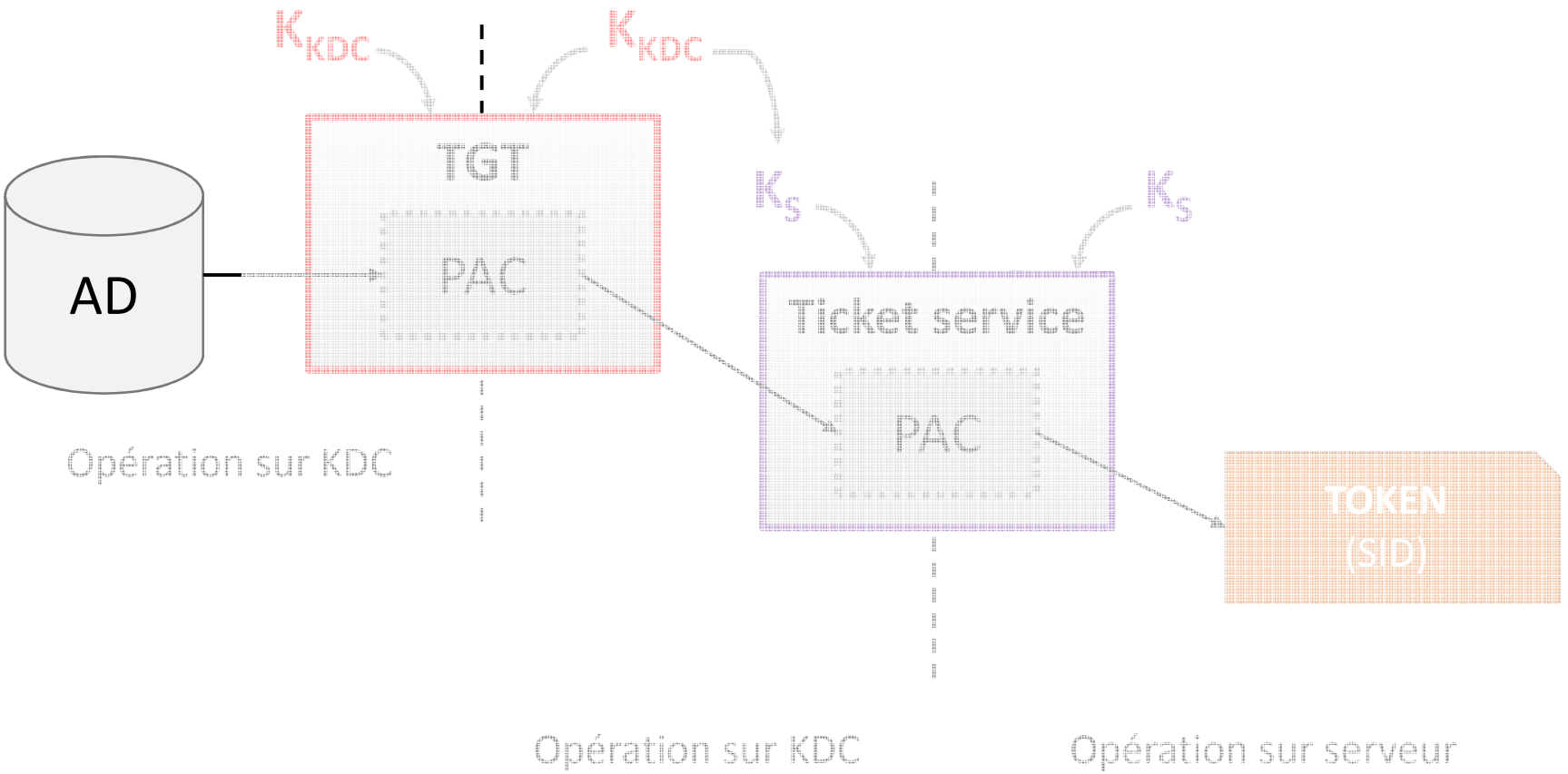
- Microsoft utilise le champ **`authorization-data`** des tickets pour transporter les données d'autorisation (PAC pour *Privilege Attribute Certificate*) d'un DC vers un serveur



# ExtraSids

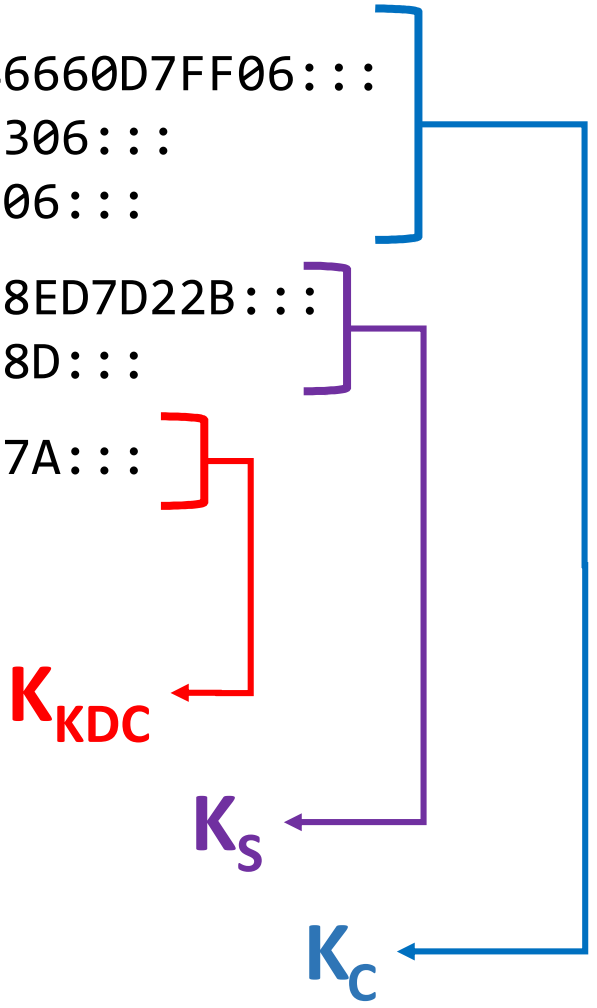
- Possibilité d'ajouter des SID arbitraires :
  - `S-1-18-1` : « Identité déclarée par une autorité d'authentification »
  - `S-1-5-21-0-0-0-497` : « Revendications valides »
  - **Historique des SID** : utilisé dans la migration d'utilisateurs d'un domaine à un autre :
    - Nouveau SID → `objectSID`
    - Anciens SID (*user*, *groups*) → `sIDHistory`

# Gestion des PAC



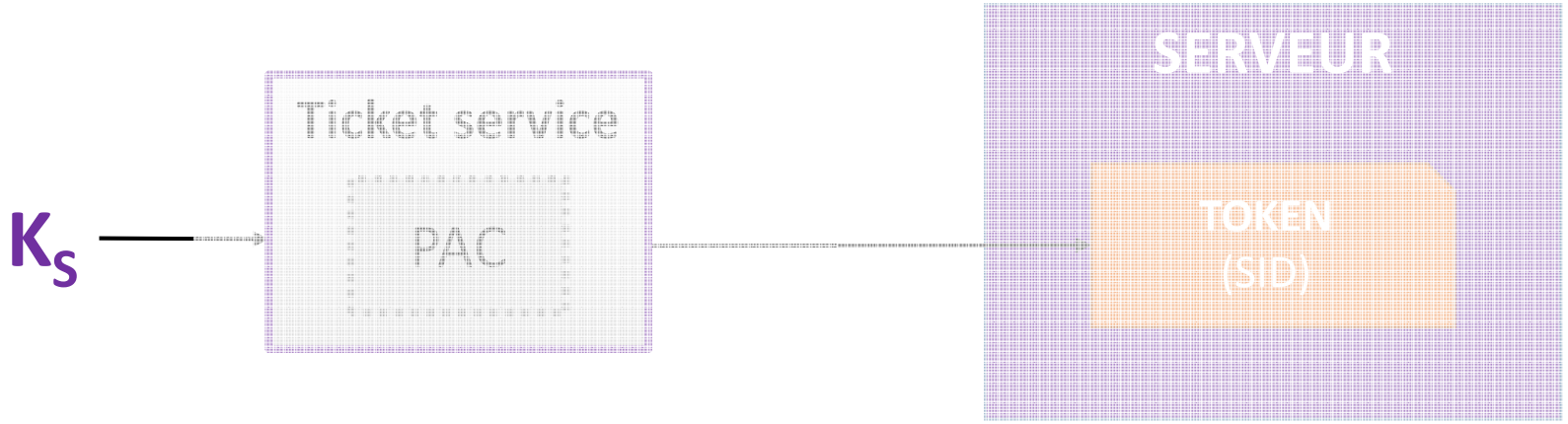
# Comptes dans l'AD

```
Administrateur:500:95771430787A7B69EACAD46660D7FF06:::
client:1105:213237F9587026104837 2AF7658E8306:::
test2:1106:95771430787A7B69EACAD46660D7FF06:::

DC-2012-01$:1001:8512349A72DE9A2D25C320B18ED7D22B:::
WIN8$:1104:B0970CA0BEE6F99936A6139A136ADC8D:::

krbtgt:502:396E0B9A4FC017022B71D9E4B2A5517A:::
```




- Les comptes machine et `krbtgt` n'ont pas de droit particulier sur l'AD et les systèmes
- Le compte `krbtgt` est désactivé (sert juste de conteneur de clés)

# Utilisation des comptes machine ($K_S$)



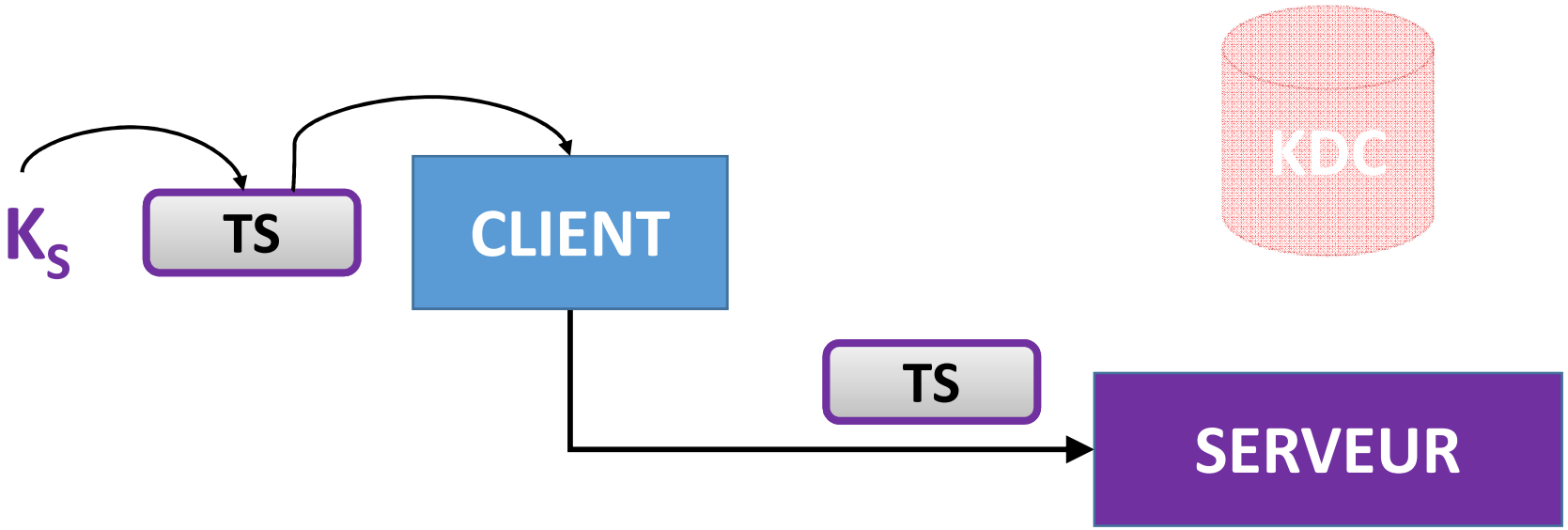

Maîtrise de $K_S$

⇨ Maîtrise de la PAC d'un ticket de service

⇨ Maîtrise du *token* généré sur le serveur

# Démo 1

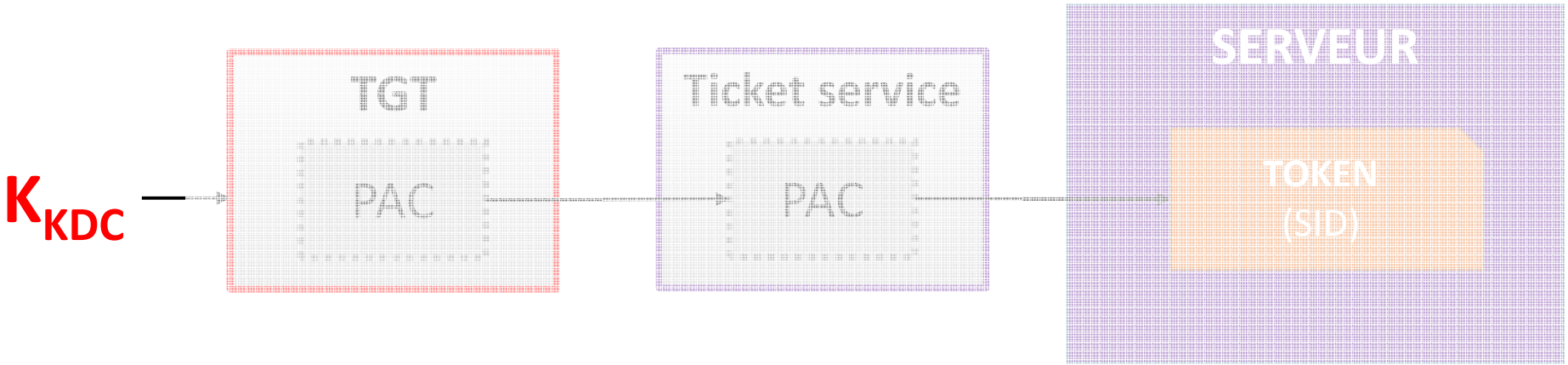
- Prérequis : empreinte d'un compte machine ($K_S$) Vidéo
- Étapes :
  - Création d'un ticket avec une PAC représentant un administrateur du domaine (DOMAIN_GROUP_RID_ADMINS)
  - Authentification auprès de la machine et présentation du ticket



# Conclusion sur les comptes machine

- La compromission des secrets d'un compte machine de l'AD permet d'avoir le contrôle sur la machine associée
- Les mots de passe des comptes machine doivent être changés en cas de compromission de la base des comptes d'un domaine :
  - Contrôleurs de domaine
  - Serveurs
  - Postes d'administration
  - Postes utilisateur

# Utilisation du compte `krbtgt` ($K_{KDC}$)




Maîtrise de $K_{KDC}$

⇨ Maîtrise de la PAC d'un TGT

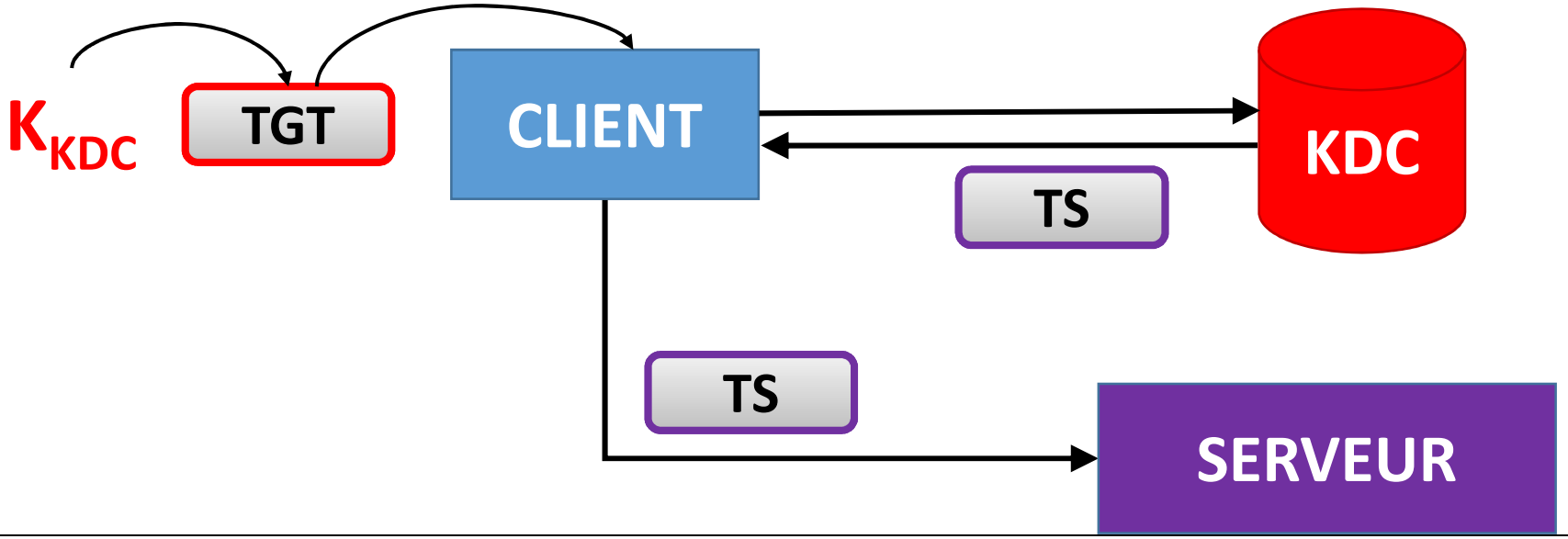
⇨ Maîtrise de la PAC d'un ticket de service

⇨ Maîtrise du *token* généré sur le serveur

# Démo 2

- Prérequis : empreinte du compte `krbtgt` ($K_{KDC}$)
- Étapes :
  - Création d'un ticket TGT avec une PAC
  - Authentification auprès d'un serveur
    - Récupération d'un ticket de service
    - Présentation du ticket au serveur

Vidéo



# Conclusion sur le compte `krbtgt`

- La compromission des secrets d'authentification du compte `krbtgt` ($K_{KDC}$) permet d'avoir le contrôle sur toutes les ressources du domaine

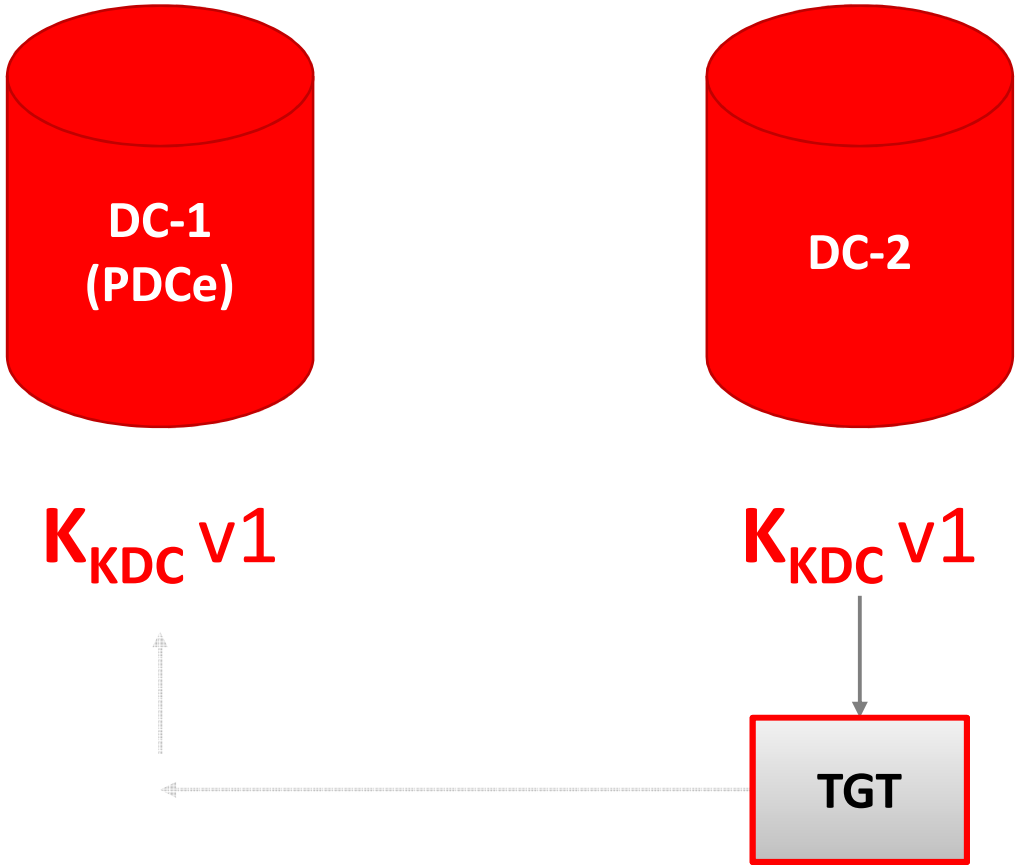
- Ce compte doit être changé en cas de compromission de la base des comptes de l'AD

# Problématique du compte krbtgt

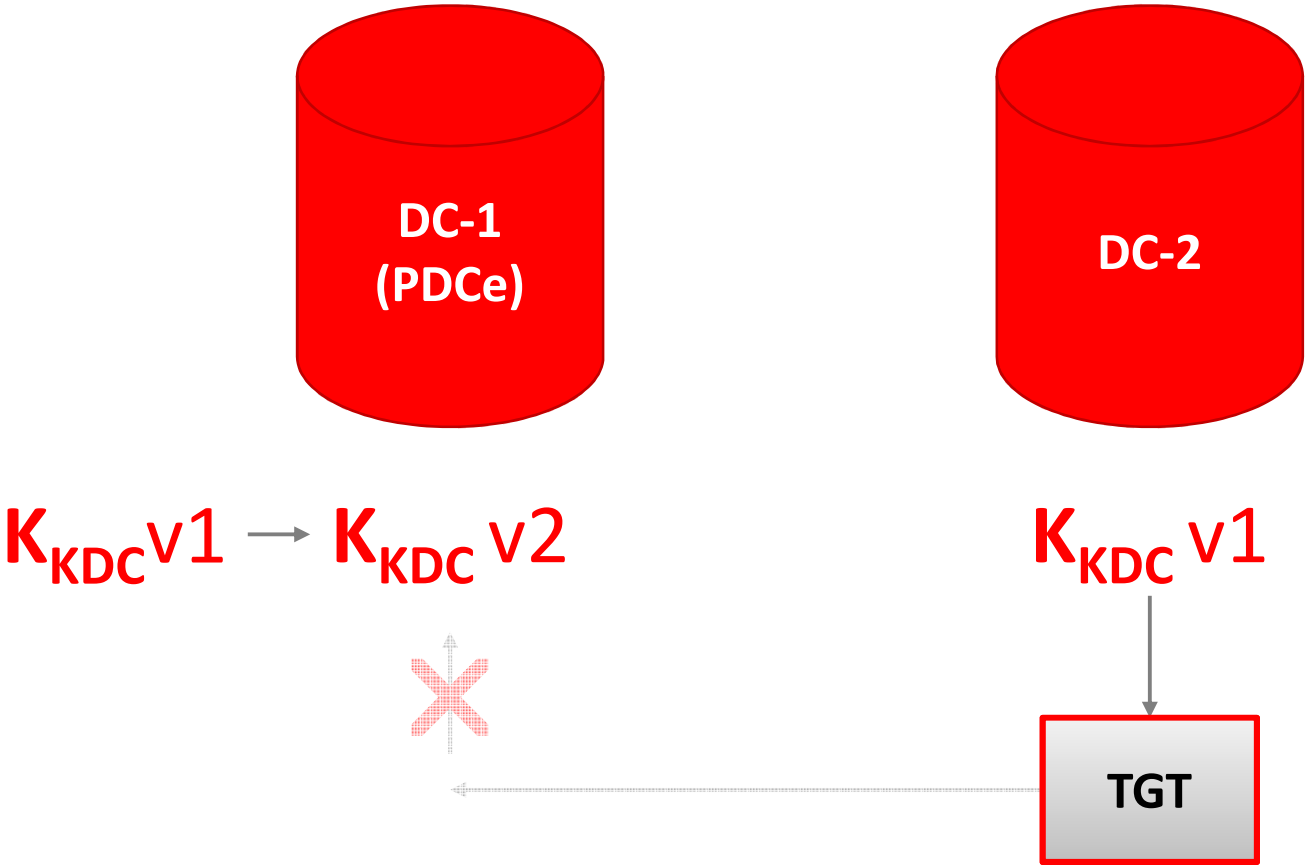
- Le mot de passe associé au compte `krbtgt` (donc $K_{KDC}$) doit pouvoir être changé
- Le mécanisme de réplication de l'Active Directory (`drsuapi`) assure la réplication de $K_{KDC}$ sur tous les DC

- Or, le changement de $K_{KDC}$ entraîne :
  - L'invalidité des TGT déjà émis
  - L'impossibilité des DC à s'authentifier auprès du PDCe et donc l'impossibilité de récupérer la nouvelle clé $K_{KDC}$

# Problème de réplication des DC (1/2)



# Problème de réplication des DC (2/2)



# Solution

- Pour les tickets chiffrés avec $\mathbf{K_{KDC}}$, les contrôleurs de domaine tentent un premier déchiffrement avec la version actuelle de $\mathbf{K_{KDC}}$
- Si le déchiffrement échoue, un nouveau déchiffrement est tenté avec la version précédente de $\mathbf{K_{KDC}}$

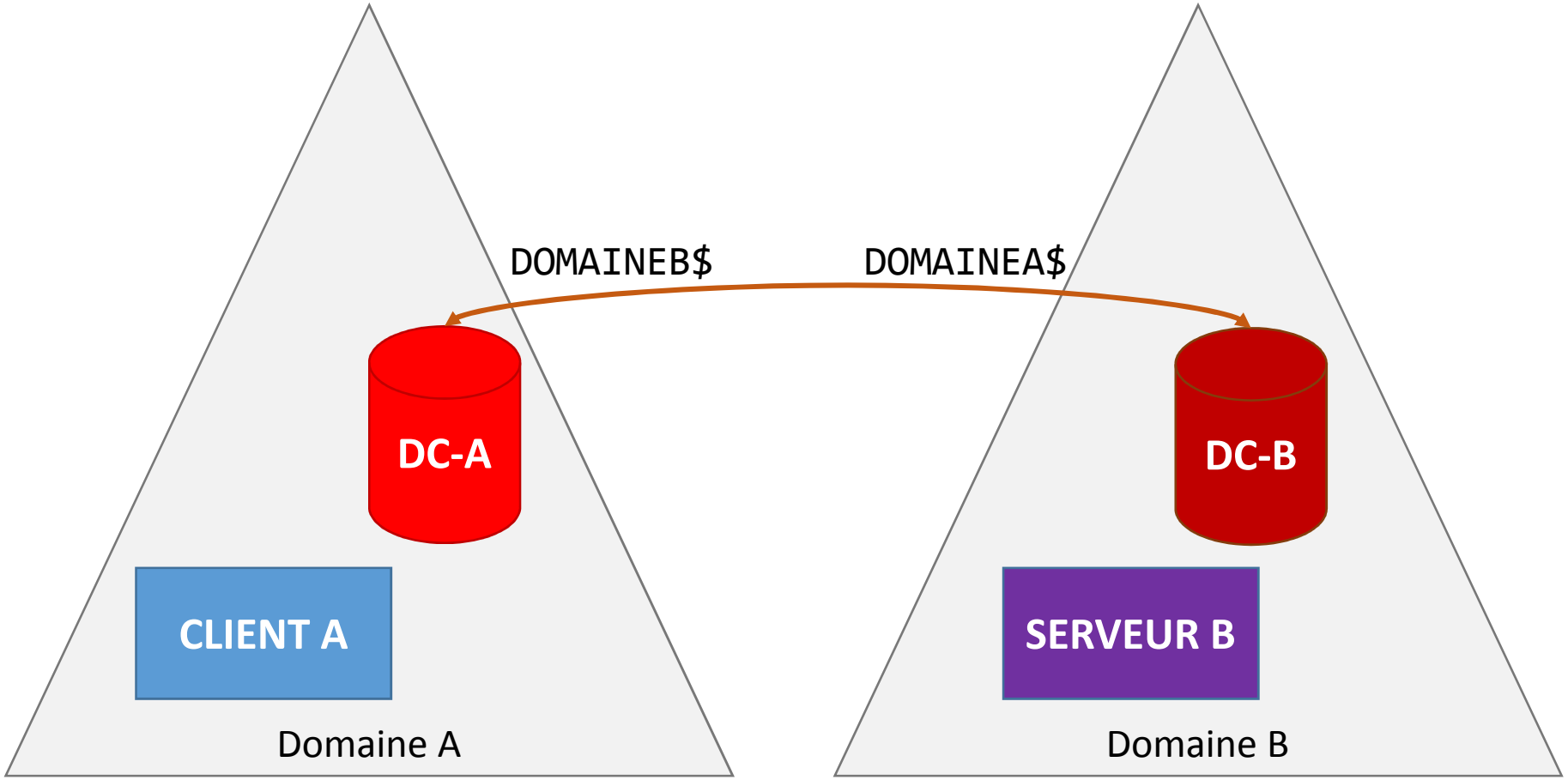
- Ainsi, deux générations de clé $\mathbf{K_{KDC}}$ sont valables

# Changement de mot de passe de krbtgt

- Pour être réellement efficace, le changement du mot de passe de `krbtgt` doit être effectué deux fois

- Le délai entre des deux changements est fondamental :
  - **Trop court** : casse la réplication entre les DC
  - **Trop long** : permet à un attaquant de s'authentifier avec l'ancienne clé $\mathbf{K_{KDC}}$ afin de récupérer la nouvelle clé

# Relations d'approbation Kerberos (*Cross-realm Authentication*)

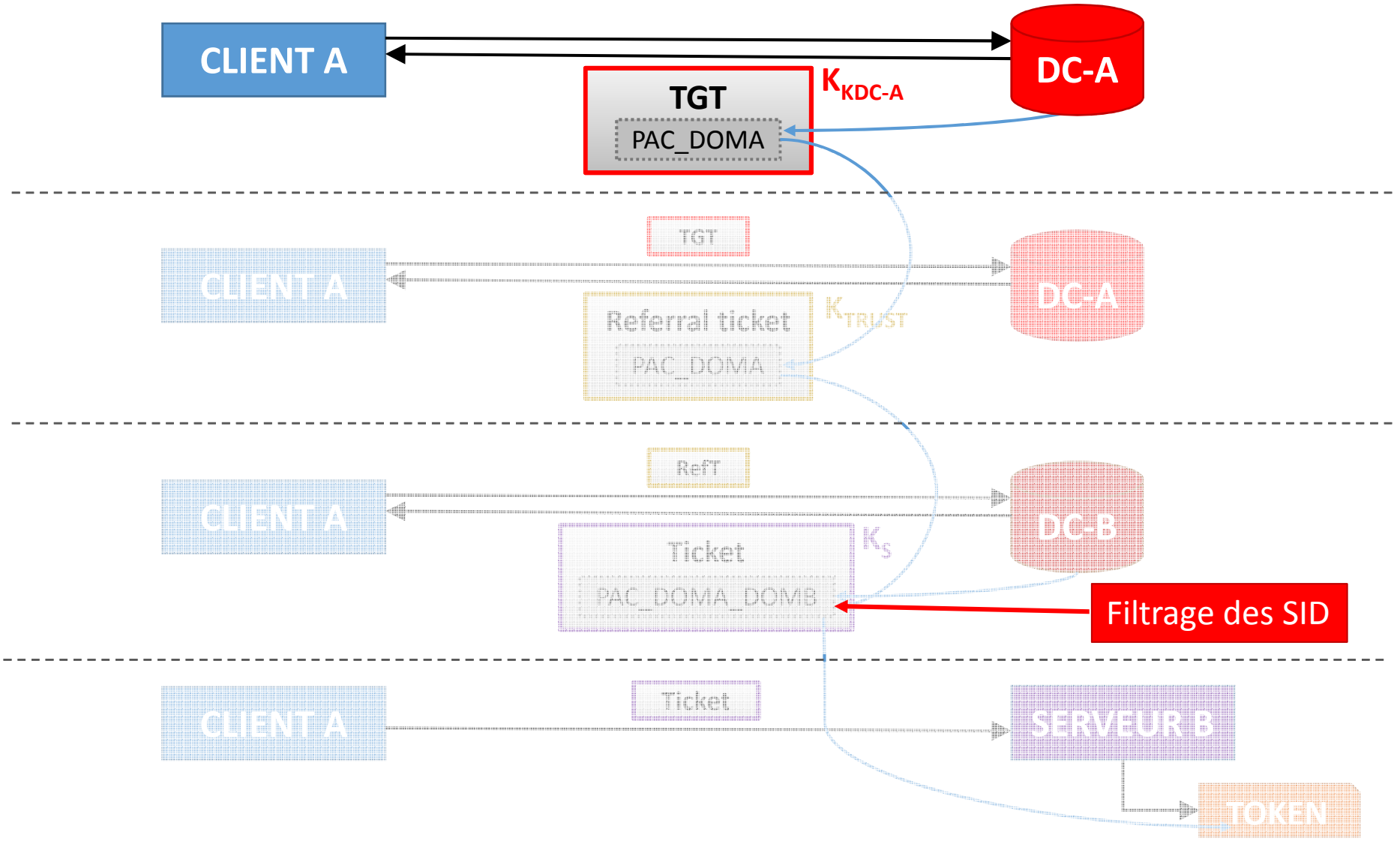


# Comptes dans l'AD

```
Administrateur:500:95771430787A7B69EACAD46660D7FF06:::
client:1105:213237F9587026104837 2AF7658E8306:::
test2:1106:95771430787A7B69EACAD46660D7FF06:::

DC-2012-01$:1001:8512349A72DE9A2D25C320B18ED7D22B:::
WIN8$:1104:B0970CA0BEE6F99936A6139A136ADC8D:::

krbtgt:502:396E0B9A4FC017022B71D9E4B2A5517A:::

DOMAINEB$:1045:B54DEF823AE34209E944B6594462AB4F:::
```

**Secret du *trust***

# Tickets et PAC dans les relations



# Politique de filtrage inter-domaines

| Type de SID \ Type de relation | *Within Forest* | *Quarantined Within Forest* | *CrossForest** | *External* | *Quarantined External* |
|---|---|---|---|---|---|
| *AlwaysFilter*<br>S-1-5-18, S-1-5-32-544 (Adm.) | Filtré | Filtré | Filtré | Filtré | Filtré |
| *NeverFilter* | | | | | |
| *ForestSpecific*<br>RID < 500<br>RID = 518 (AS), RID = 519 (AE) | | Filtré | Filtré | Filtré | Filtré |
| *DomainSpecific*†<br>500 ≤ RID < 1000 | Filtré | Filtré | Filtré | Filtré | Filtré |
| *Domain*<br>RID ≥ 1000 | | | Filtré | | Filtré |
| SID en quarantaine | | Filtré | | | Filtré |

* : les SID doivent également appartenir à la forêt distante

† : traité comme *ForestSpecific* depuis Windows Server 2012

# Politique de filtrage *Within Forest*

- Exemple de la politique de filtrage entre domaines d'une même forêt (sous Windows Server 2012) :
  - **S-1-5-18** : SYSTEM → **Filtré**
  - **S-1-5-21-<Domain>-R** avec **R<500** → **Non filtré**
  - **S-1-5-21-<Domain>-R** avec **500 ≤ RID < 1000** → **Non filtré**
    - 512 : DOMAIN_ALIAS_RID_ADMINS
    - 519 : DOMAIN_GROUP_RID_ENTERPRISE_ADMINS
  - **S-1-5-21-<Domain>-R** avec **R ≥ 1000** → **Non filtré**

# Démo 3

- Prérequis : empreinte du compte de *trust*
- Étapes :
  - Création d'un *referral ticket* avec une PAC contenant le SID administrateur du domaine B
  - Authentification, depuis le domaine A, auprès d'un serveur du domaine B

Vidéo

# Conclusion sur la relation d'approbation

- La compromission d'un domaine peut entrainer la compromission des domaines qui l'approuvent
- En intra-forêt, le filtrage des SID est structurellement limité :
  - Compromission d'un domaine → Compromission de la forêt

- La frontière d'administration est le domaine AD
- La frontière de sécurité est toute la forêt

# Conclusion

- La compromission d'un domaine a des conséquences bien plus graves qu'il n'y paraît :
  - Comptes machine → prise de contrôle des machines
  - Compte `krbtgt` → prise de contrôle de tout le domaine
  - Comptes de *trust* → prise de contrôle des domaines qui l'approuvent
- Le changement du mot de passe du compte `krbtgt` n'est pas chose aisée
- *Idem* pour comptes trust et contrôleurs de domaine

# Recommandations (1/2)

- ~~**Utiliser NTLM**~~ ☺
- **Prévention** :
  - Assainissement de l'annuaire
    - Minimisation des comptes privilégiés
    - Vérification des chemins de prise de contrôle
  - Amélioration des pratiques d'administration
  - Limitation des authentifications des comptes d'administration
  - Sécurisation des contrôleurs de domaine
  - Mise en place de RODC
  - Utilisation des nouveaux mécanismes de sécurité (*protected users*, *restricted admins*, *protected process*, etc.)
- **Détection et supervision** :
  - Collecte, centralisation et traitement des journaux Windows

# Recommandations (2/2)

- **Réaction** :
  - Ne pas minimiser la tâche
  - 2 solutions :
    - **Forêt vierge** : tout recréer
      - Haut niveau de sécurité
      - Très couteux
      - Migration des données d'autorisation
    - « ***Active Directory Forest Recovery*** » [1]
      - Isolation de tous les contrôleurs de domaine pendant la phase de remédiation

[1] http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=16506

# Questions ?