# *DEMONEY : Modélisation en B et vérification de propriétés*

Nicolas Stouls

(nicolas.stouls@imag.fr)

Laboratoire LSR de Grenoble / IMAG

Le 6 mai 2004

# *Objectifs*

- Expression et vérification de propriétés de sécurité
- Choix méthodologiques :
  - Construction par raffinement
  - Utiliser au maximum la preuve
    - Invariants, préconditions, etc.
  - Compléter par vérification d'un automate des comportements autorisés
    - Génération automatique d'un graphe comportemental
      - Outil *GénéSyst*
    - Comparaison automatique d'un graphe comportemental avec une propriété

# *Plan*

I. Rappels généraux sur DEMONEY

II. Exemple de propriétés et objectifs de sécurité

III. Présentation du modèle

IV. Vérification de propriétés et politiques de sécurité

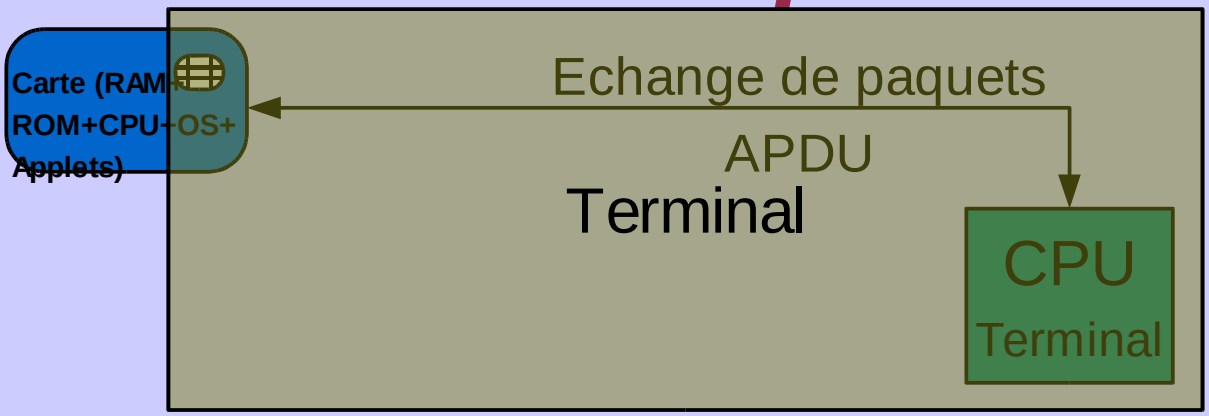
V. Conclusion

# I. Rappels généraux sur DEMONEY

# *DEMONEY*

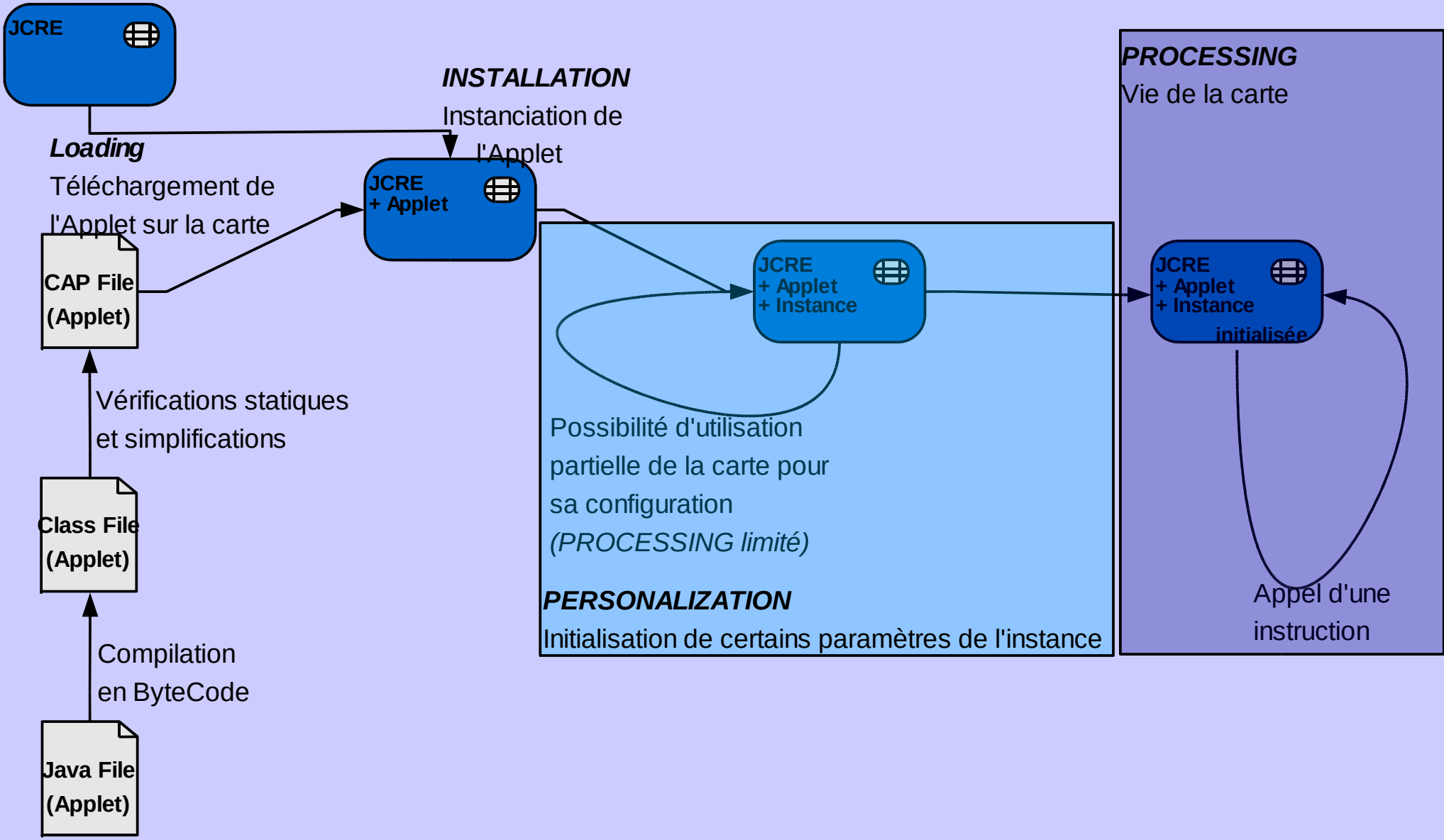
- Applet JavaCard d'un porte monnaie électronique
  - *Développée par : **Trusted Logic***
  - *Cadre : **projet SecSafe***
  - *Objectif : faire une **étude de cas** représentative des Applets JavaCard*
  - *Différentes implantations avec différentes **API** mais le même comportement*
    - *Ici,on ne traite que du cas DEMONEY **StandAlone***

# Concepts de base d'une architecture carte à puce




- La carte possède :
  - CPU, RAM, ROM, OS *(Java Card)* et programmes *(Applets)*
- Une communication est menée par le terminal
  - La carte ne fait que répondre
- Communication = échange de paquets APDU
  - APDU = Tableau de bytes contenant une commande et des données

# Cycle de vie d'une applet



# *2 interfaces différentes*

- Interface avec le système d'exploitation
  - Méthodes
- Interface avec le terminal
  - APDU reçus par la méthode process

# *Quelques méthodes externes*

- **Select** :
  - *Informe l'Applet qu'elle est sélectionnée*
- **process** :
  - *Transmet une commande APDU*
- **deselect** :
  - *Informe l'Applet qu'elle n'est plus sélectionnée*

# Quelques commandes APDU

passées à l'Applet par la commande *process*

| Commande | Effet |
|---|---|
| STORE DATA | *Personalisation des données de la carte* |
| SELECT | *Sélectionne l'Applet précisée et renvoie les données publiques* |
| INITIALIZE UPDATE | *Entame la procédure de sécurisation du canal* |
| EXTERNAL AUTHENTIFICATION | *Termine la procédure de sécurisation du canal* |
| PIN VERIFY | *Vérifie que le code PIN entré est correct* |
| INITIALIZE TRANSACTION | *Initialise un crédit ou un débit* |
| COMPLETE TRANSACTION | *Finalise un crédit ou un débit* |
| GET DATA | *Renvoie les informations publiques de l'instance* |

Seul CodeOp imposé par JavaCard

# *Différents niveaux de sécurité imbriqués*

- Publique
  - Accès aux données publiques *(**GETDATA**)*
  - Sécurisation du canal *(**INITIALIZEUPDATE**, **EXTERNALUPDATE**, **VERIFYPIN**)*
- Débit *(terminal de débit et canal chiffré)*
  - Débit de la carte *(**INITIALIZETRANSACTION**[Debit], **COMPLETE TRANSACTION**)*
- Crédit *(terminal de crédit et canal chiffré)*
  - Crédit de la carte avec des espèces *(**INITIALIZETRANSACTION** [Credit par espèces])*
- Crédit-Identifié *(terminal bancaire de crédit et code PIN vérifié)*
  - Crédit de la carte par virement *(**INITIALIZETRANSACTION**[Credit par virement bancaire])*
- Administration *(terminal d'administration et canal chiffré)*
  - Gestion de la carte *(**STOREDATA**)*

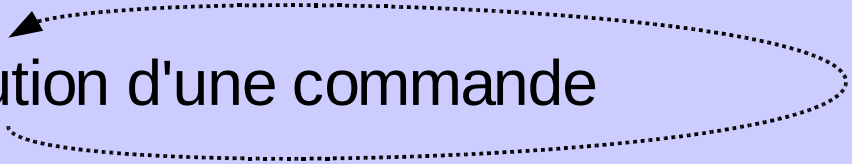
# PROCESSING

Utilisation d'une Applet

Select APDU (choix d'un AID – Applet IDentifier)

Select : Renvoie les infos publiques de l'instance de l'Applet

Process APDU : exécution d'une commande

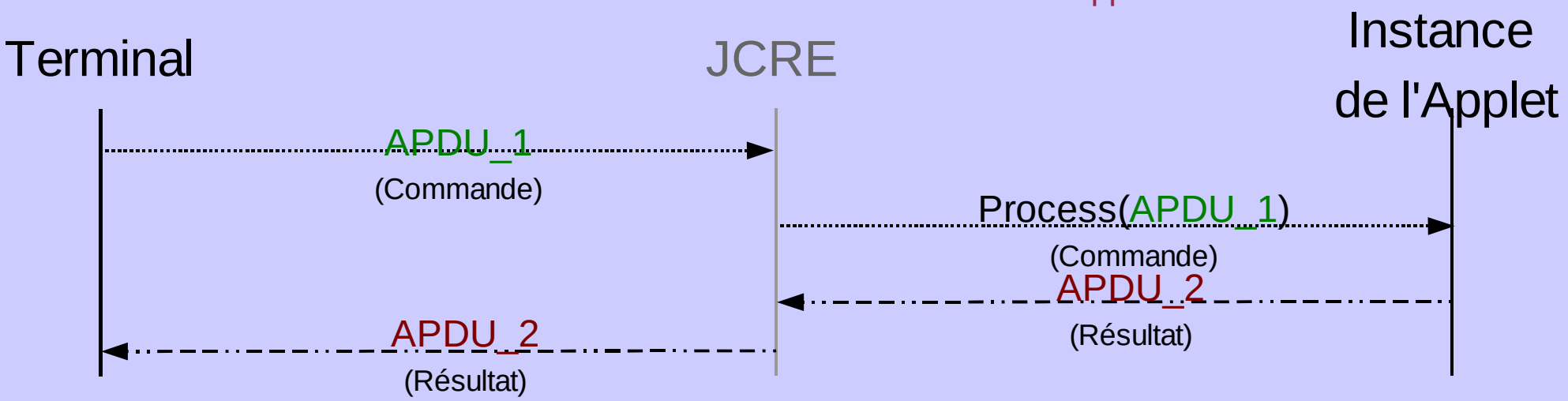


*Deselect : Par selection d'une applet.*

*Note : Reset n'appelle pas la méthode Deselect*

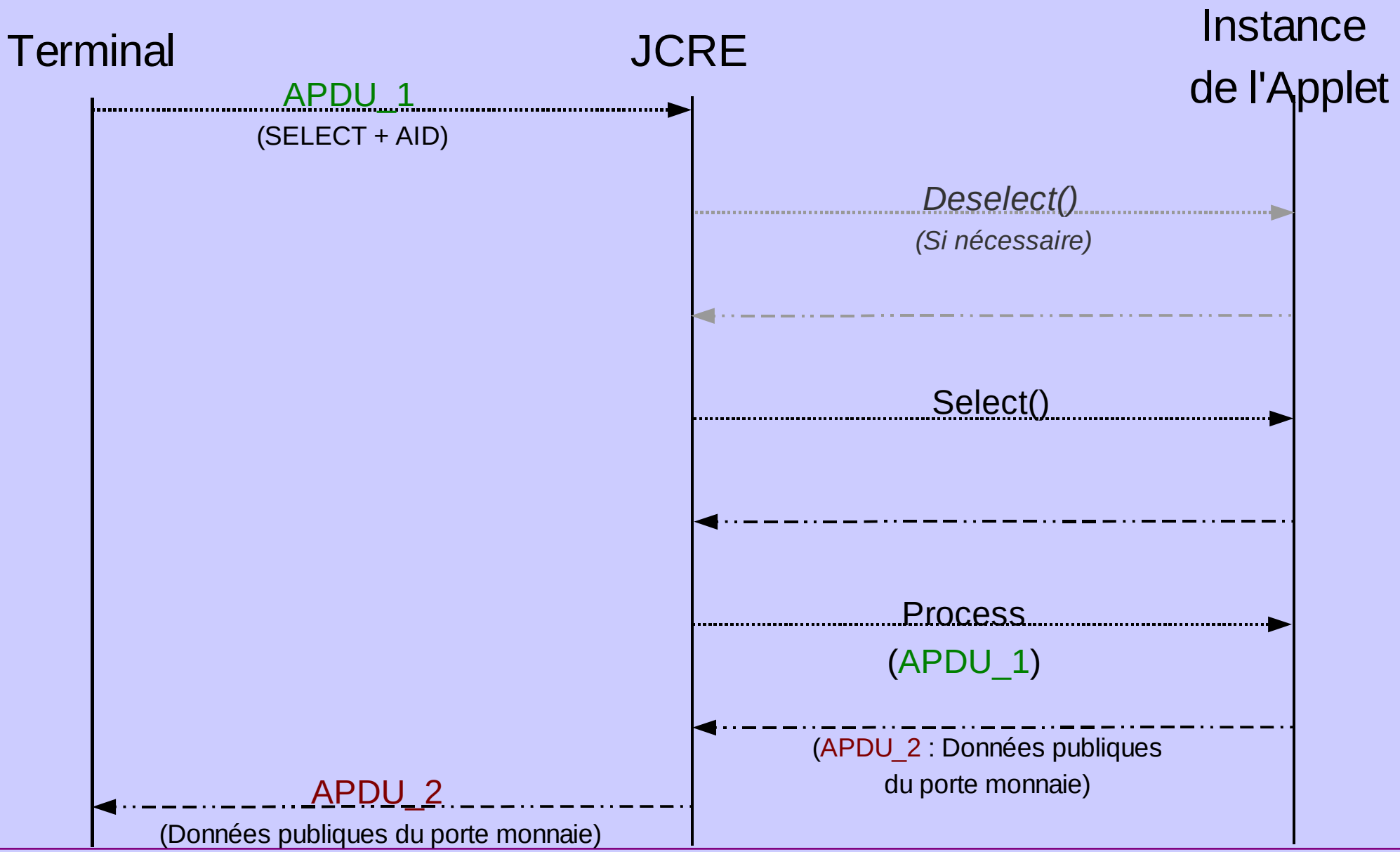
# PROCESS

Envoi d'une commande à une instance de l'Applet

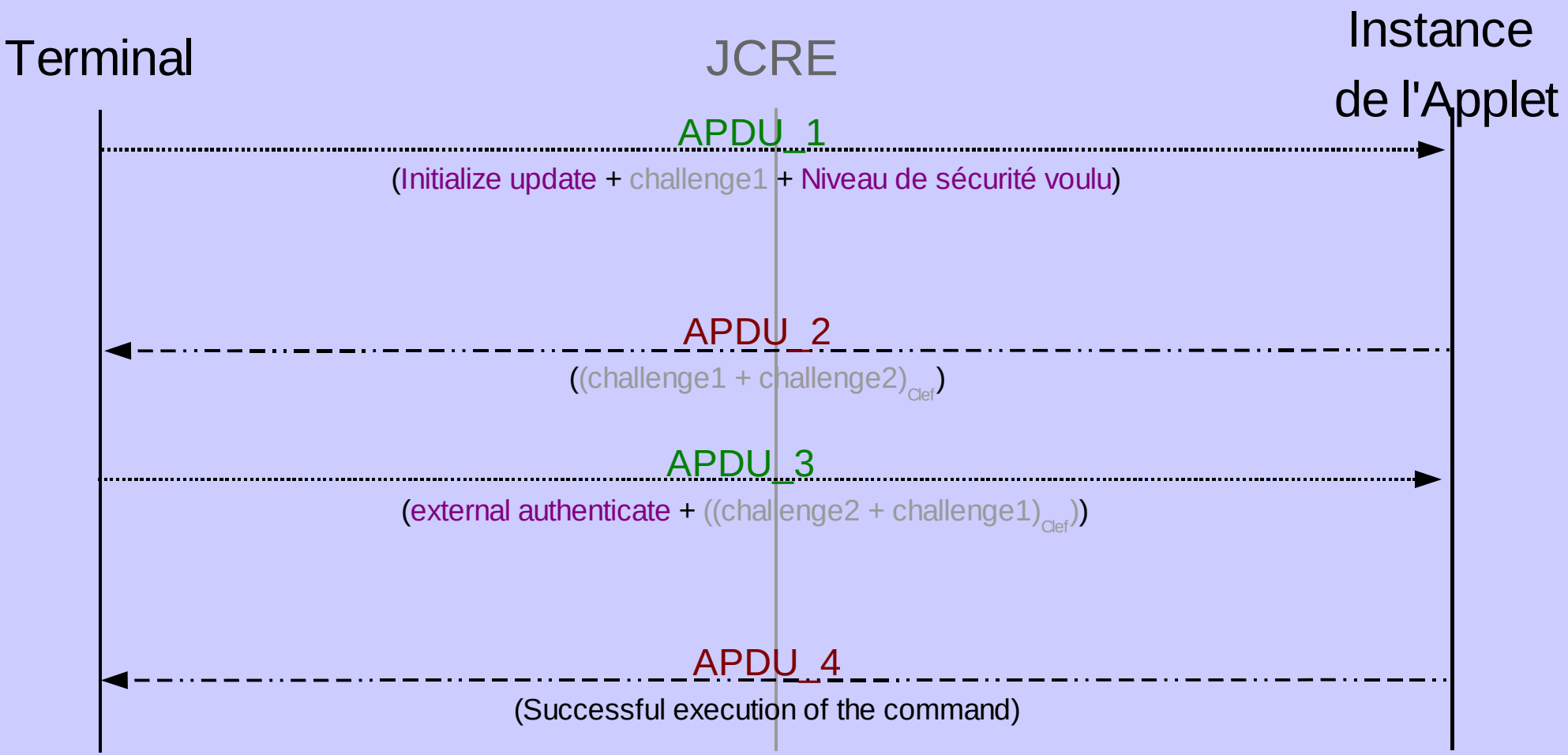



- AID non précisé
  - Message traité par l'Applet sélectionnée

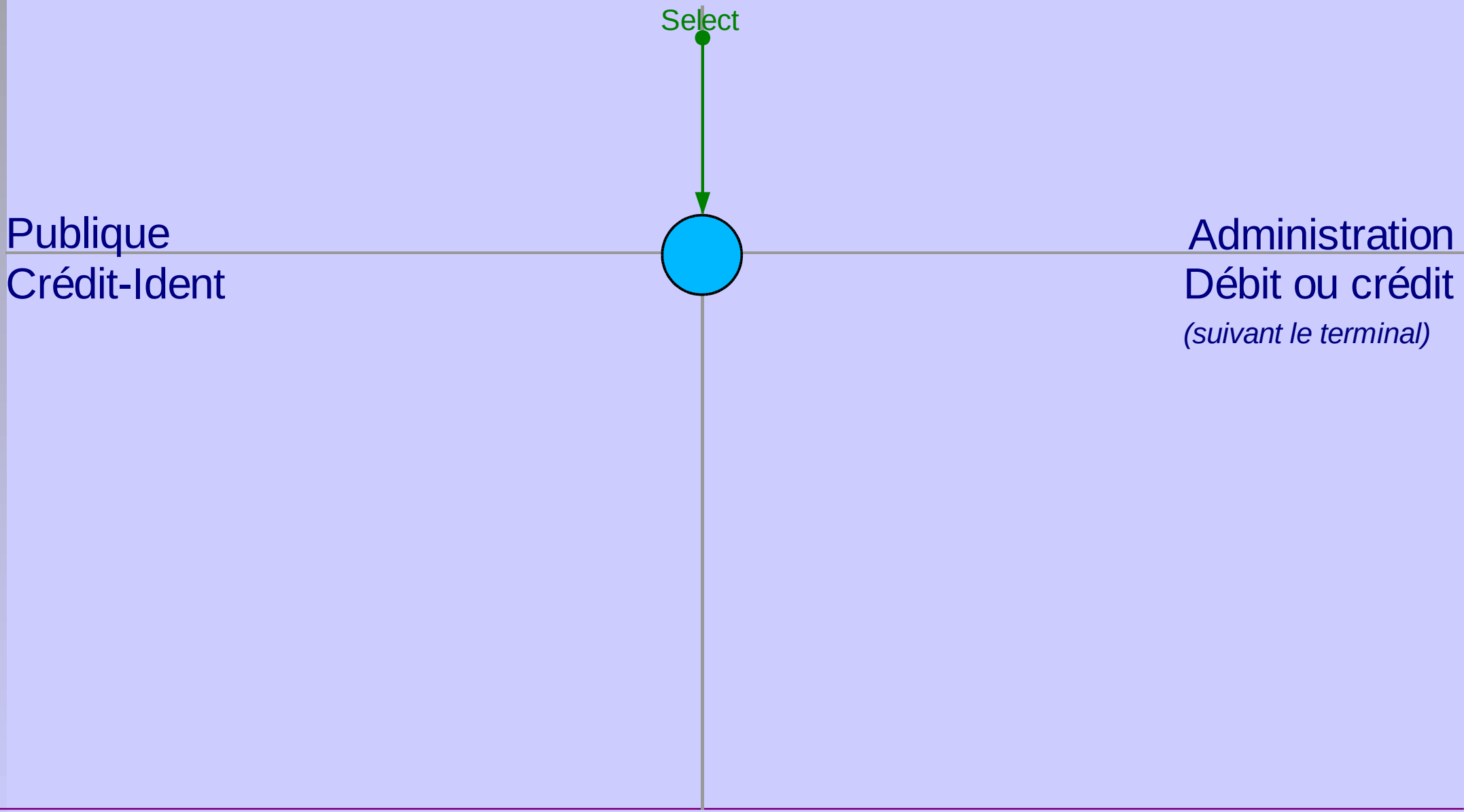
# SELECT APDU


Terminal
JCRE
Instance de l'Applet
APDU_1
(SELECT + AID)
Deselect()
(Si nécessaire)
Select()
Process
(APDU_1)
(APDU_2 : Données publiques du porte monnaie)
APDU_2
(Données publiques du porte monnaie)

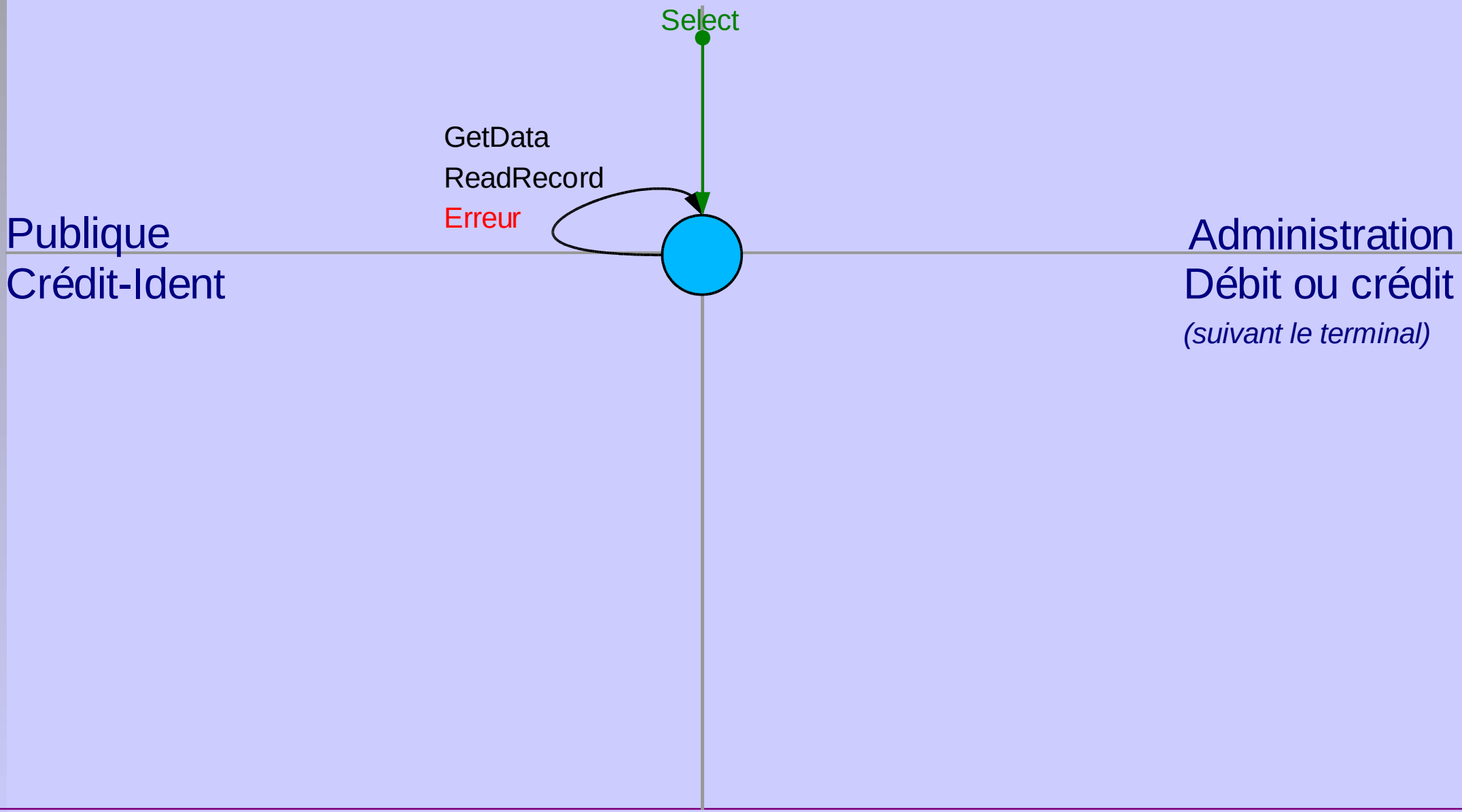
# Sécurisation canal



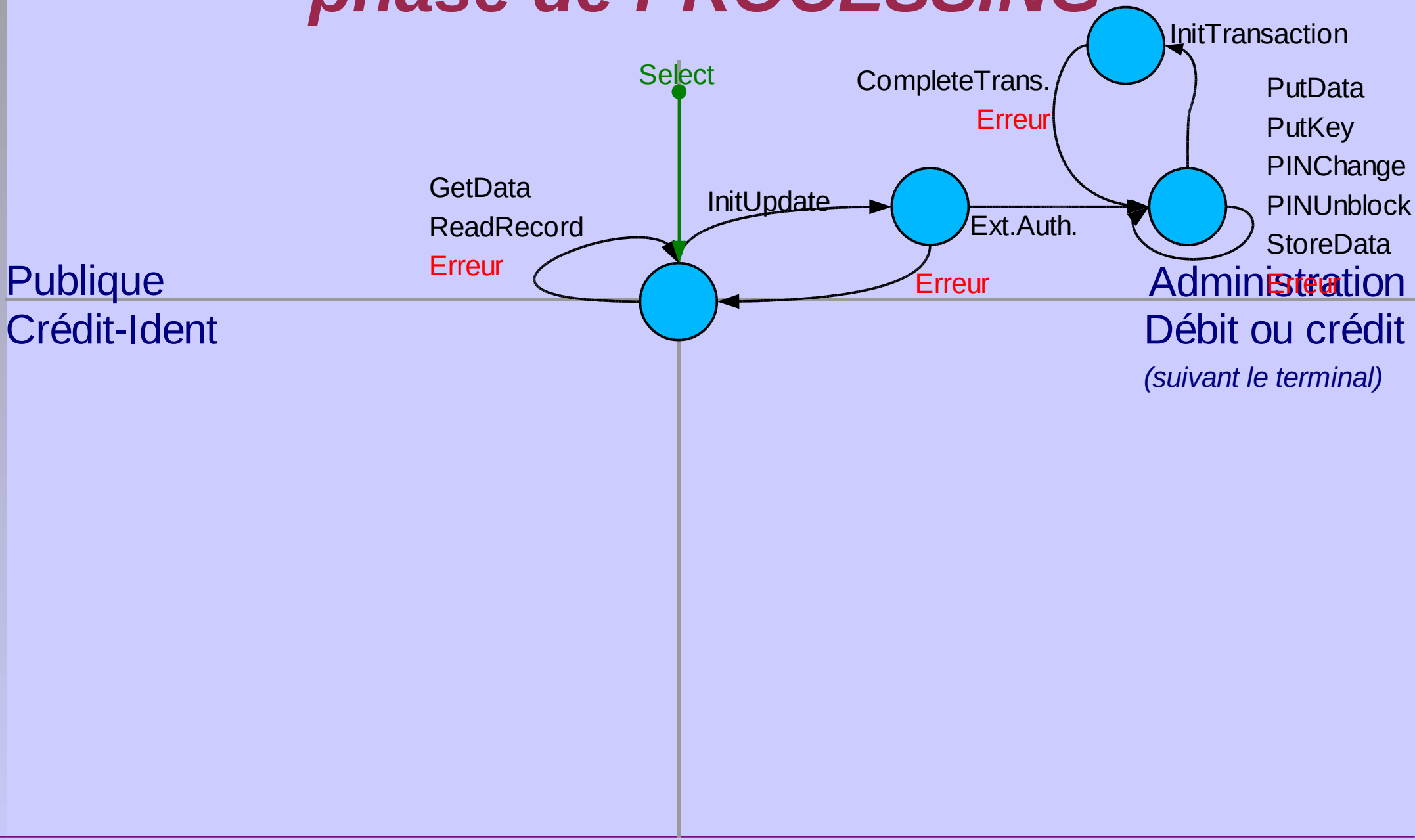
# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



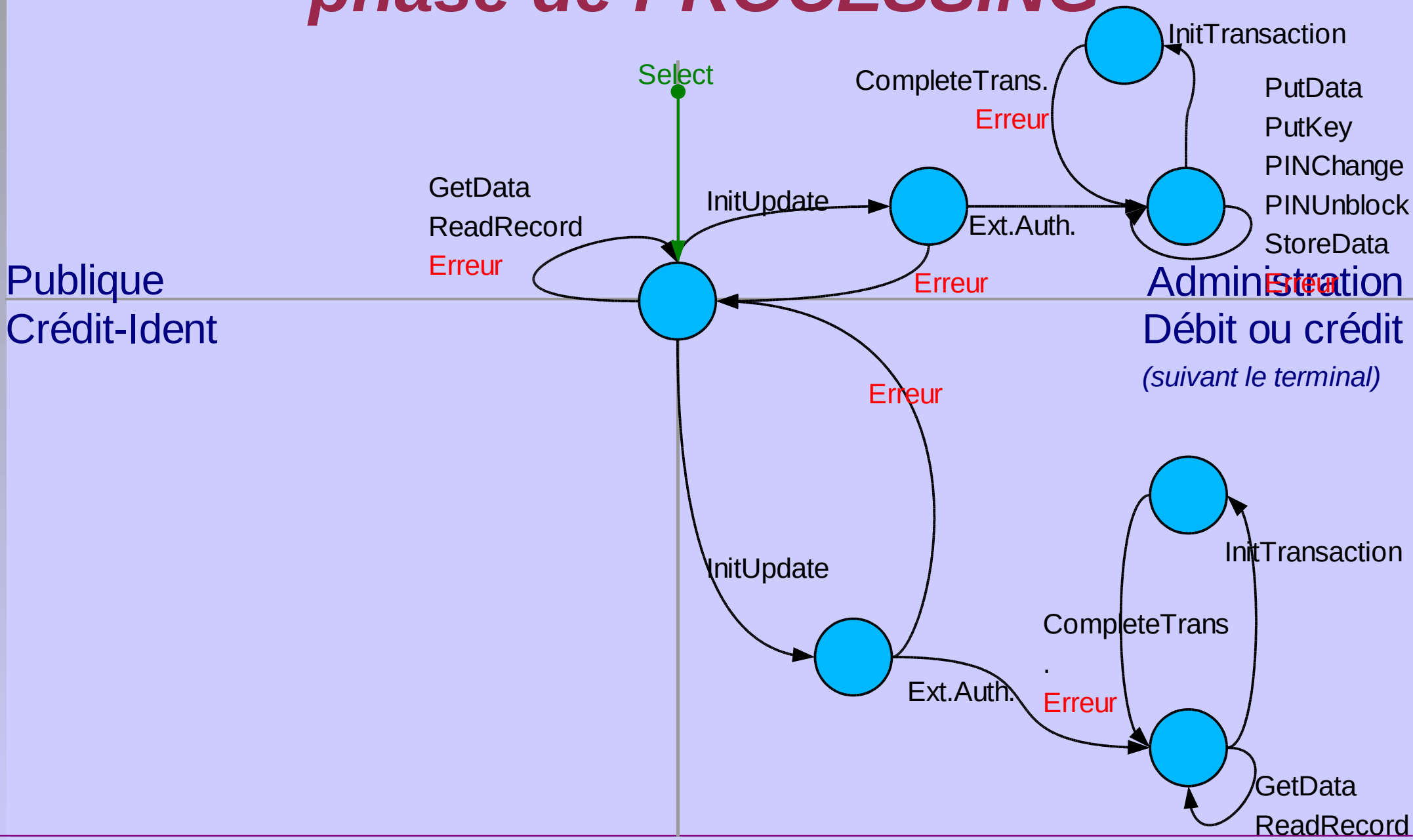
# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



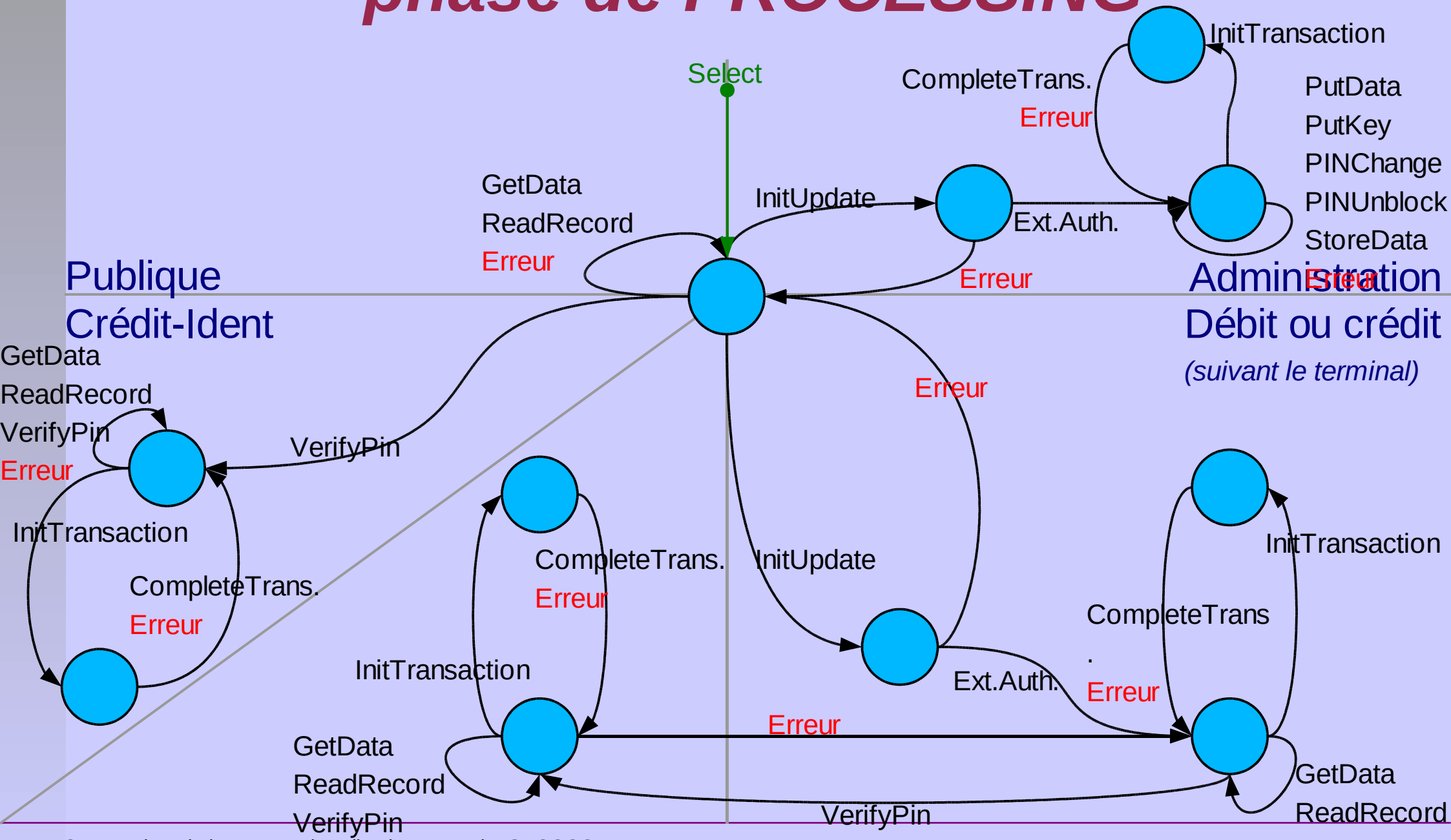
# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



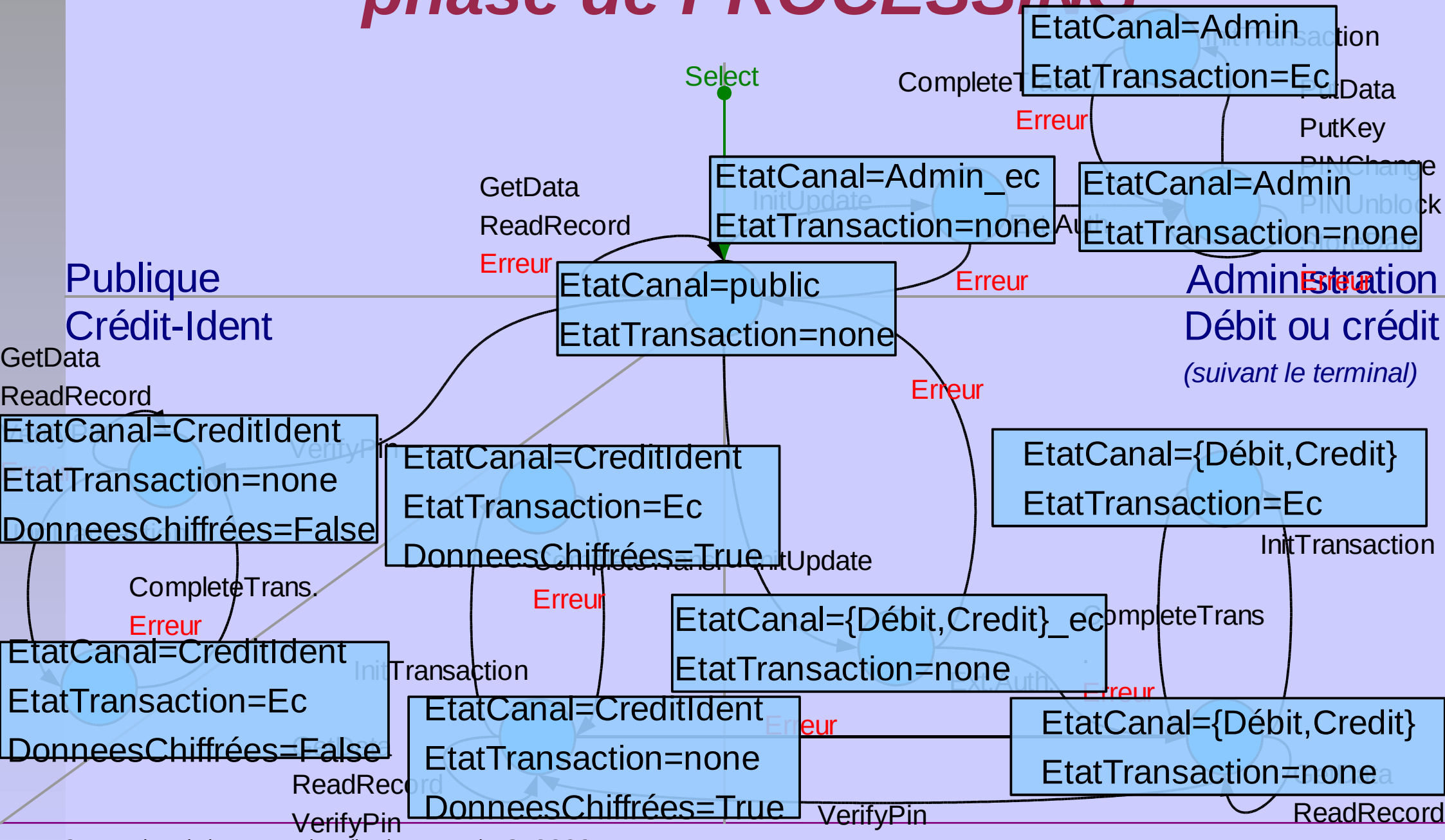
# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



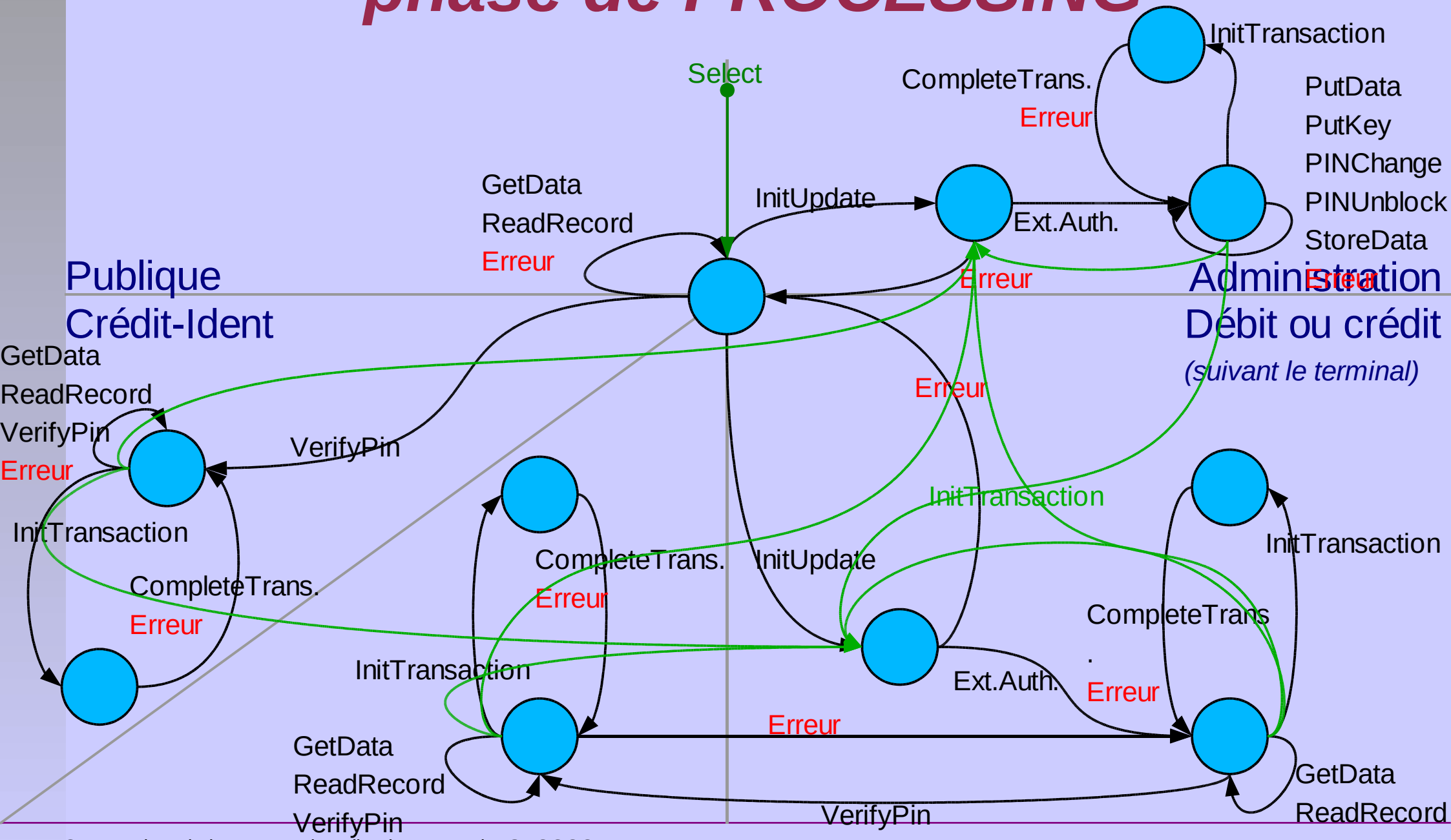
# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



# Comportements possibles dans la phase de PROCESSING



# II. Exemples de propriétés et objectifs de sécurité

# *Propriété de DEMONEY*

- **Atomicité :**
  - *Les opérations de mise à jour du solde ne doivent pas être interrompues*
  - *Les opérations de sécurisation du canal ne doivent pas être interrompues*

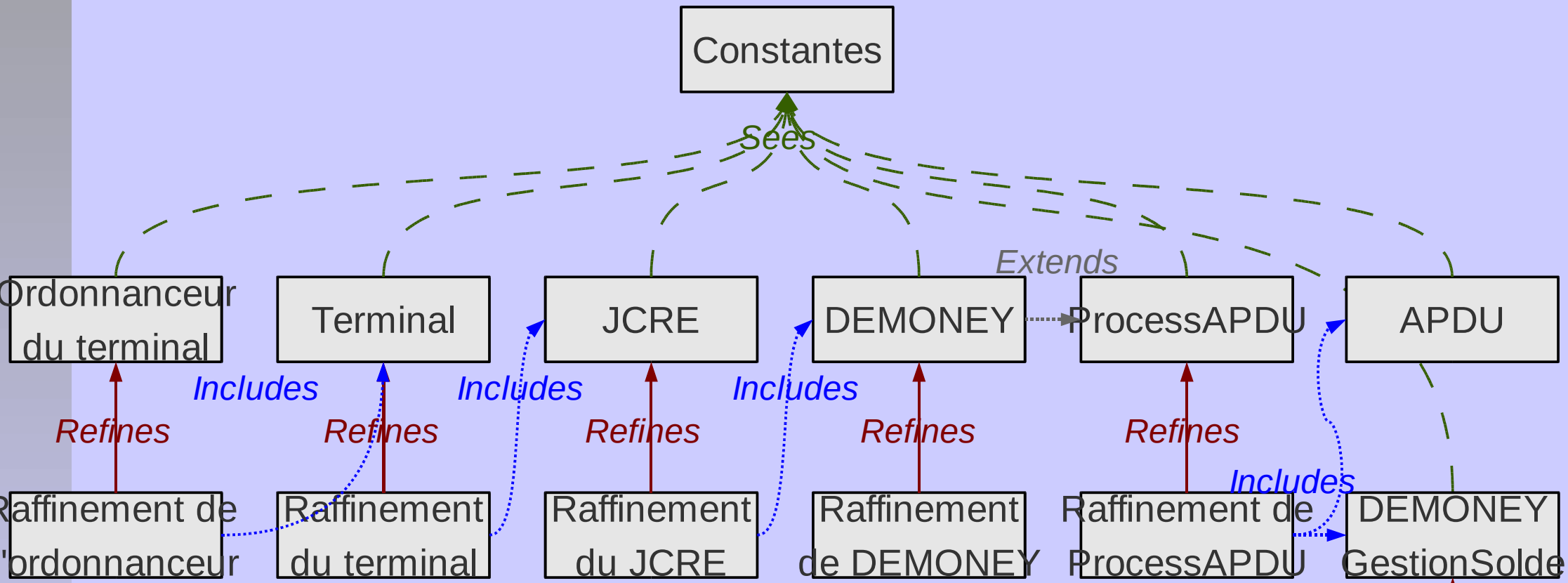
# Objectifs et politiques de sécurité

Sans prise en compte de la cryptographie

- **On ne peut pas créer d'argent :**
  - *Crédit : récupérer de l'argent avant de créditer*
  - *Solde >= 0*
- **Il est difficile de perdre de l'argent :**
  - *Solde mis à jour seulement si débit possible*
  - *Crédit : récupérer de l'argent avant de créditer*
- ***Seul le titulaire du compte peut créditer la carte par virement :***
  - *Code PIN avec nombre d'essais limité*

# III. Présentation du modèle

# Organisation du modèle



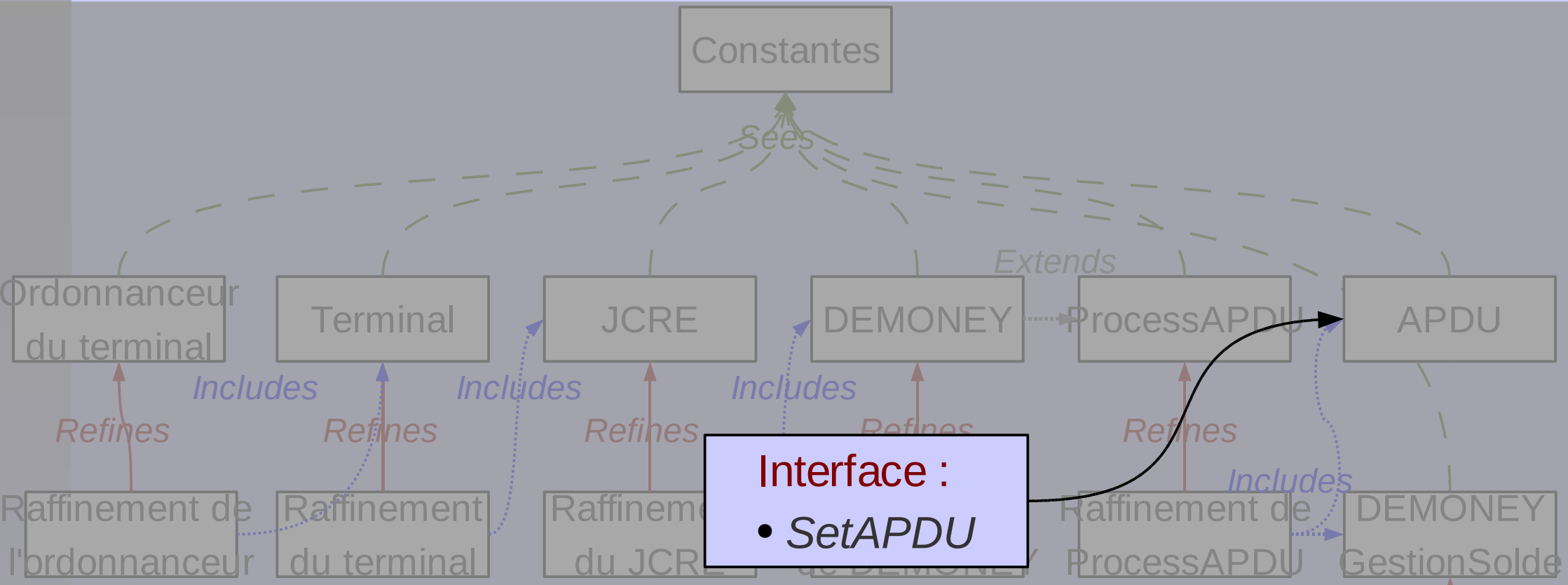

*Sees :* *Vision des constantes.*

*Includes :* *Recopie du code. Les invariants importés sont préservés par la machine qui les importe.*

*Extends :* *Inclusion avec exportation des opérations et variables incluses.*

*Refines :* *Raffinement d'une machine par une autre.*

# Organisation du modèle




*Sees :* Vision des constantes.

*Includes :* Recopie du code. Les invariants importés sont préservés par la machine qui les importe.

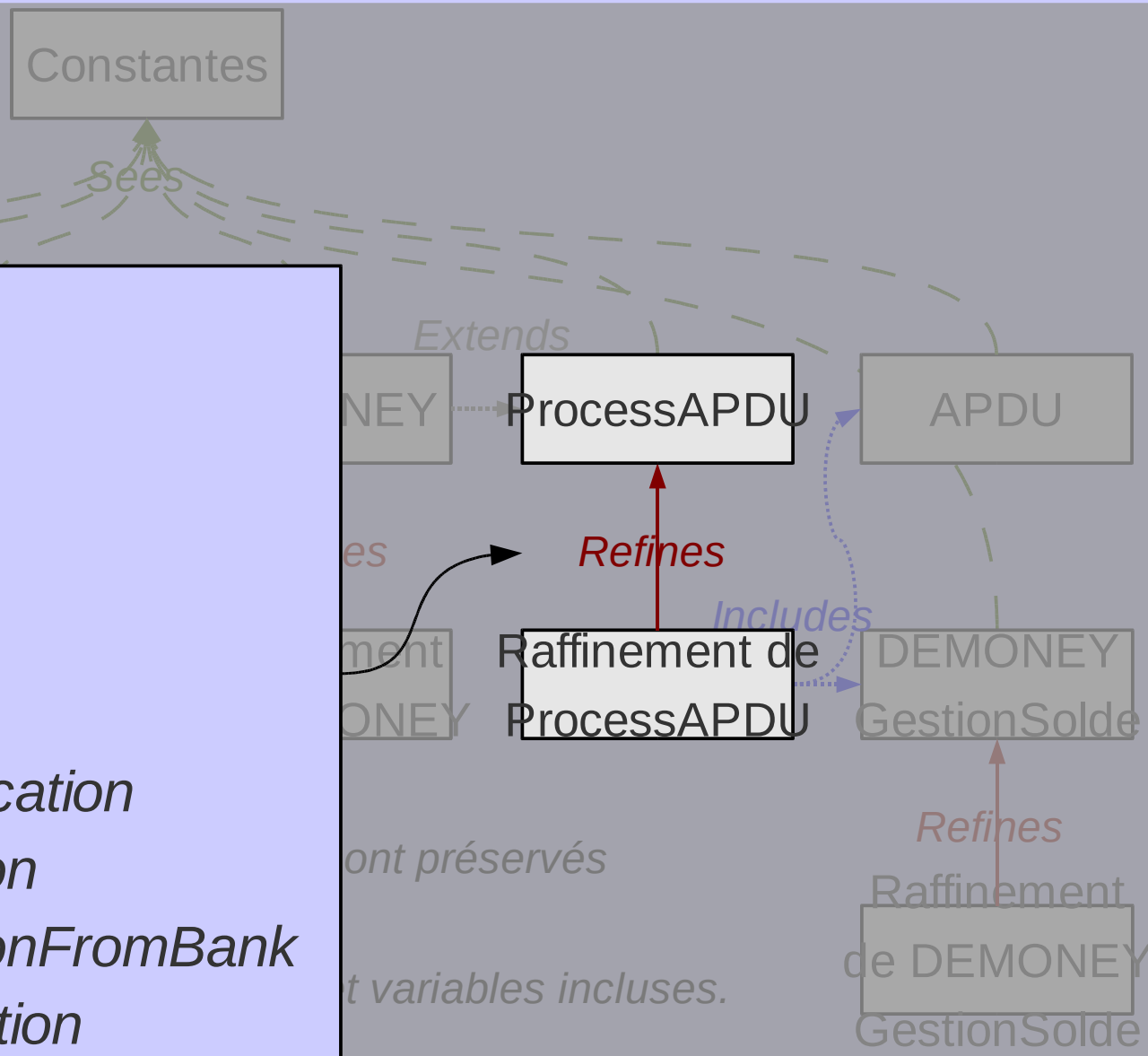
*Extends :* Inclusion avec exportation des opérations et variables incluses.

*Refines :* Raffinement d'une machine par une autre.

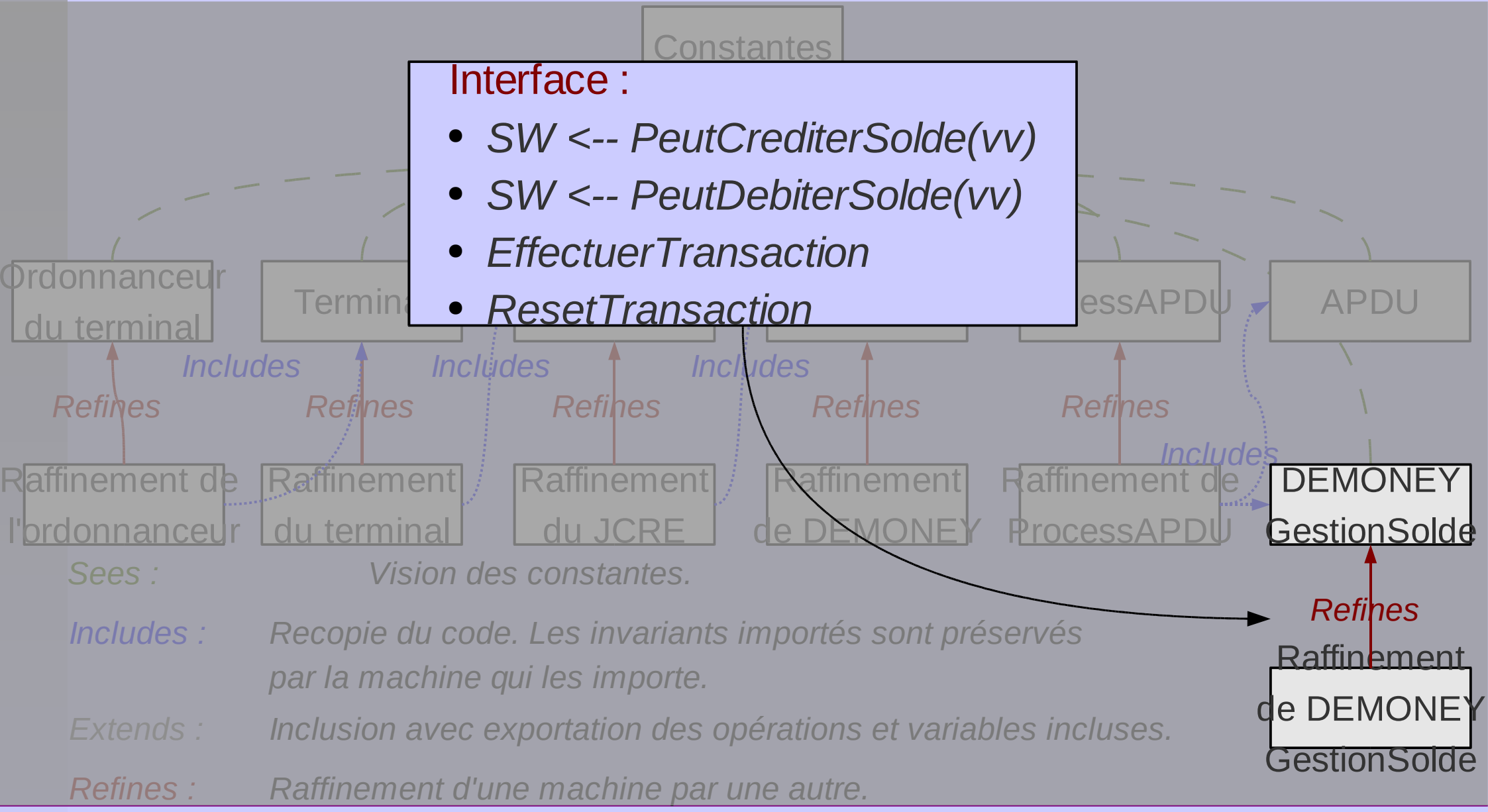
# Organisation du modèle

Interface :

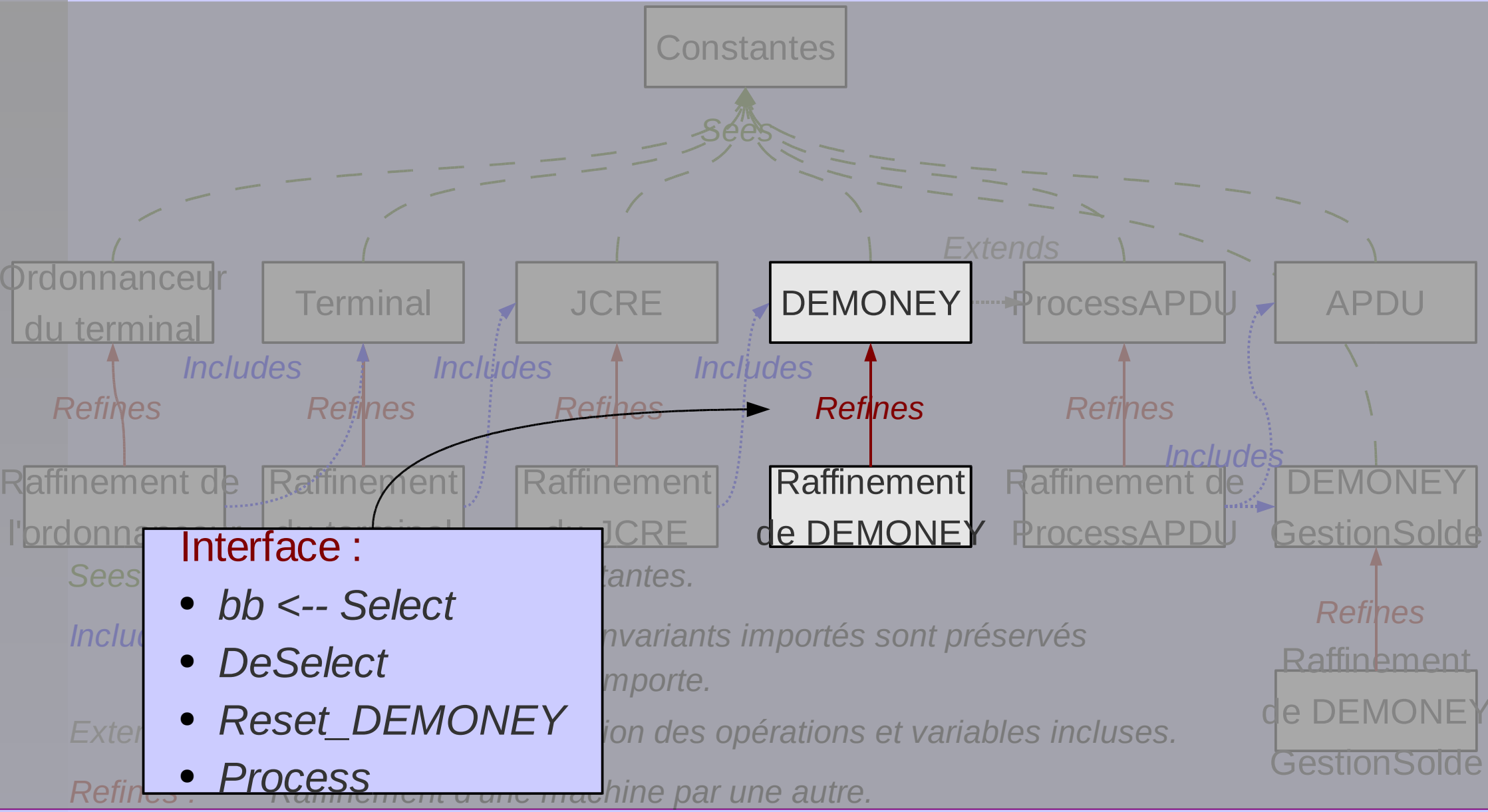
- *Reset_ProcessAPDU*
- *ResetSecuLevel*
- *INS_APDU_Select*
- *INS_APDU_GetData*
- *INS_APDU_StoreData*
- *INS_APDU_InitializeUpdate*
- *INS_APDU_ExternalAuthentification*
- *INS_APDU_InitializeTransaction*
- *INS_APDU_InitializeTransactionFromBank*
- *INS_APDU_CompleteTransaction*
- *INS_APDU_VerifyPIN*



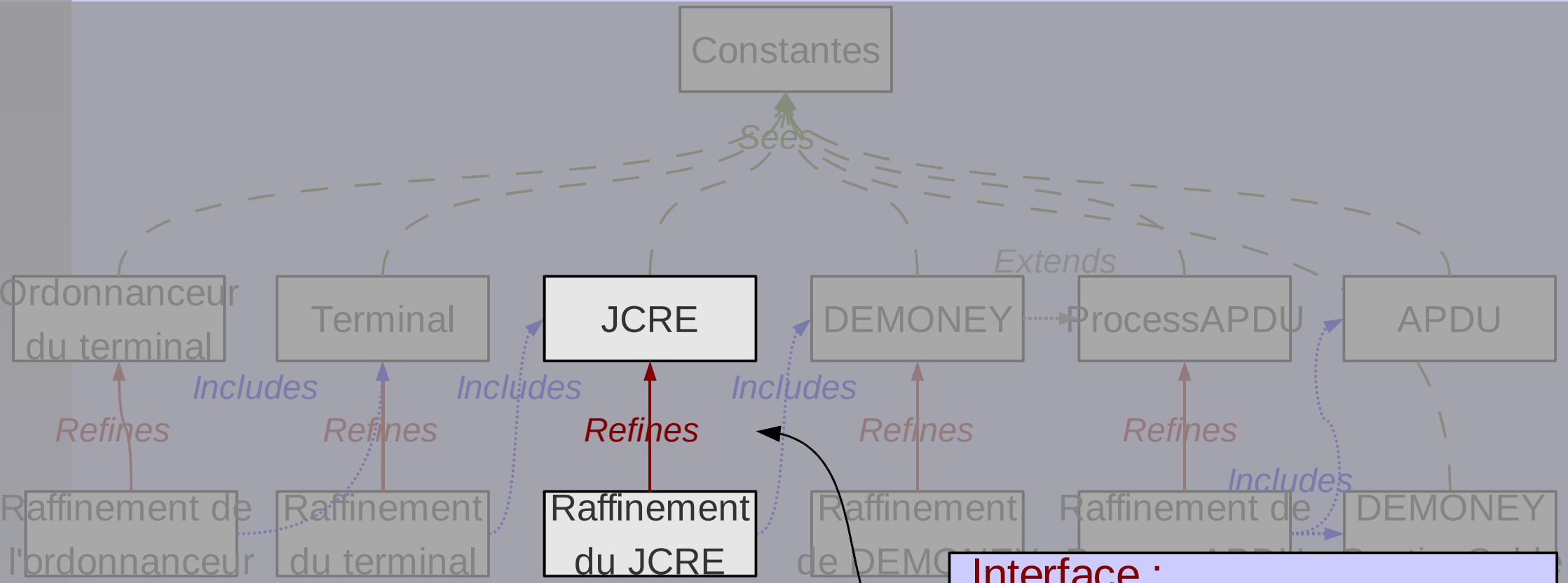
# Organisation du modèle



# Organisation du modèle



# Organisation du modèle




Interface :

- *EmissionAPDUVersCarte*
- *TraitementAPDU*
- *Reset_JCRE*

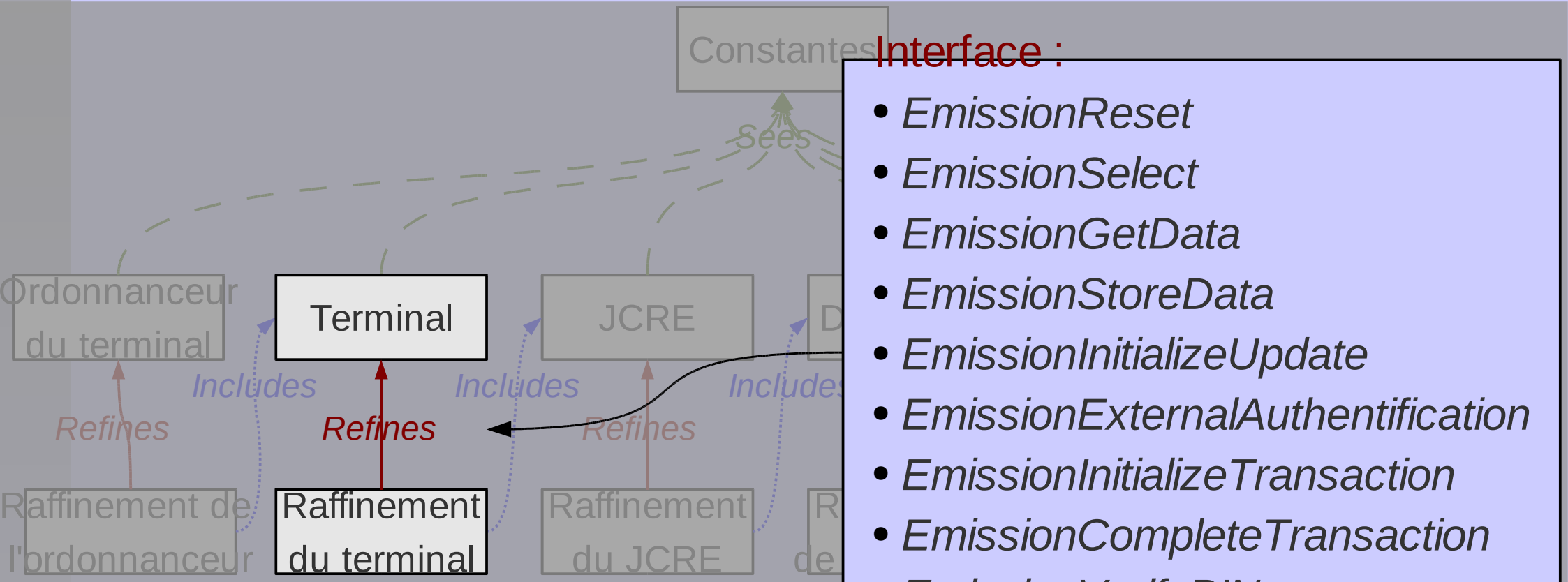
*Sees :* Vision des constantes.

*Includes :* Recopie du code. Les invariants importés sont vérifiés par la machine qui les importe.

*Extends :* Inclusion avec exportation des opérations et variables incluses.

*Refines :* Raffinement d'une machine par une autre.

# Organisation du modèle




Interface :

- *EmissionReset*
- *EmissionSelect*
- *EmissionGetData*
- *EmissionStoreData*
- *EmissionInitializeUpdate*
- *EmissionExternalAuthentification*
- *EmissionInitializeTransaction*
- *EmissionCompleteTransaction*
- *EmissionVerifyPIN*
- *TraitementErreur*

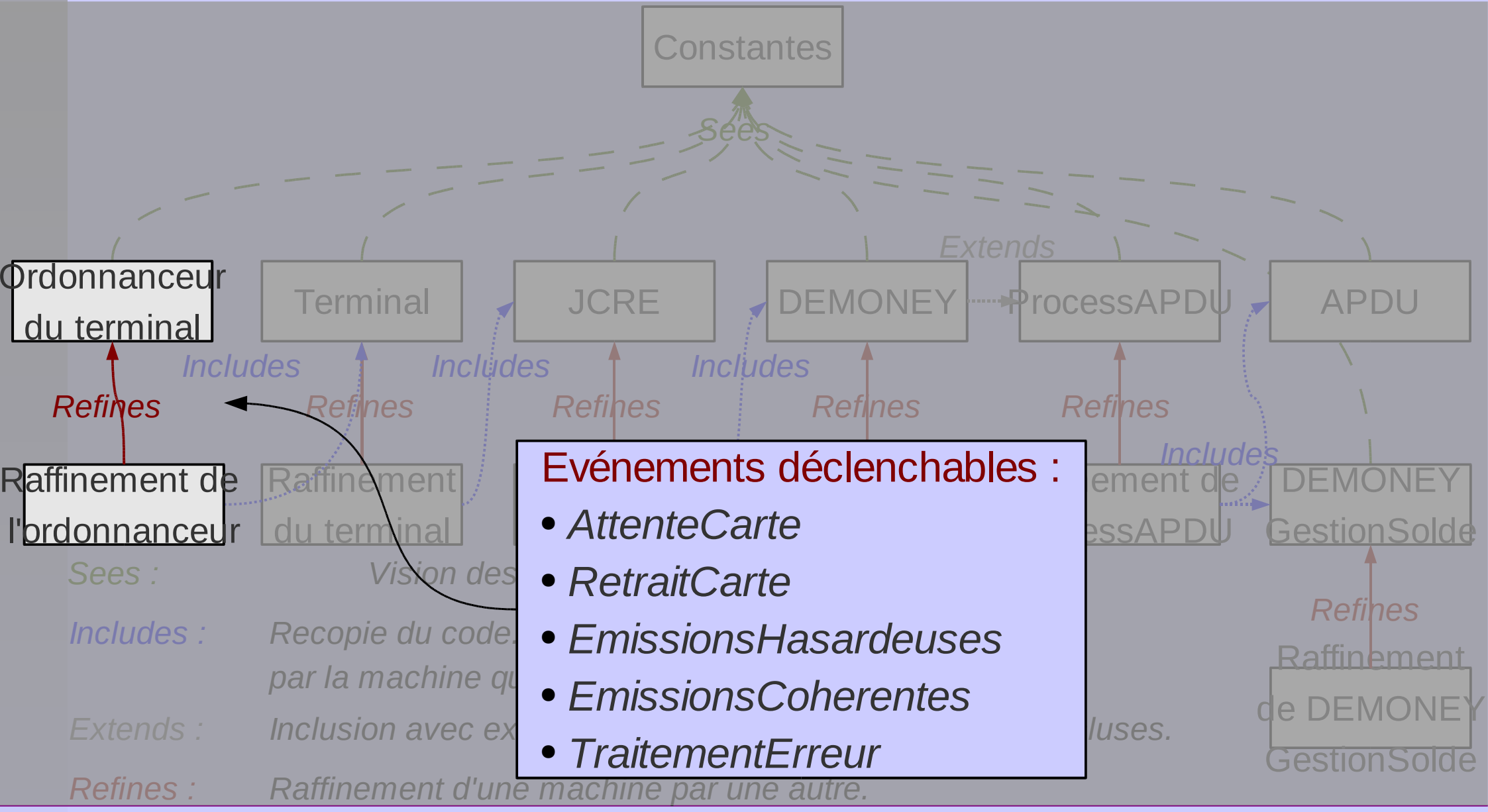
*Sees :* Vision des constantes.

*Includes :* Recopie du code. Les invariants importés sont préservés par la machine qui les importe.

*Extends :* Inclusion avec exportation des opérations et variables incluses.

*Refines :* Raffinement d'une machine par une autre.

# Organisation du modèle




Evénements déclenchables :

- *AttenteCarte*
- *RetraitCarte*
- *EmissionsHasardeuses*
- *EmissionsCoherentes*
- *TraitementErreur*

# IV. Vérification de propriétés et politiques de sécurité

# Vérification des propriétés de DEMONEY

- **Atomicité :**
  - *Les opérations de mise à jour du solde ne doivent pas être interrompues*
    - *Si l'on finalise une transaction alors elle était en cours :*

      ***PROCESS_APDU :***

      *INS_APDU_CompleteTransaction = PRE TransactionEc=TRUE THEN .... END*

    - *Si l'on interprète un APDU différent de CompleteTransaction alors aucune transaction n'est en cours :*

      ***PROCESS_APDU :***

      *INS_APDU_GetData = PRE TransactionEc=FALSE THEN ... END*

      *(pour toute les autres commandes)*

    - *Vérifier sur le graphe comportemental*
  - *Les opérations de sécurisation du canal ne doivent pas être interrompues*

    ***Idem.***

# Vérification des objectifs et politiques de sécurité

- **On ne peut pas créer d'argent :**
  - *Crédit : récupérer de l'argent avant de créditer*
    - *Vérifier sur le graphe comportemental*

***DEMONEY_GestionSolde :***

*INVARIANT*

*SommeTransEc : Int16 &*

*SommeTransEc >= 0 &*

*((TransactionEc = Trans_Credit) => ((SoldeCourant + SommeTransEc) : 0..SoldeMaxi))*

***DEMONEY_GestionSolde :***

*INVARIANT*

*SoldeCourant : 0..SoldeMaxi*

- *Solde >= 0*

# Vérification des objectifs et politiques de sécurité

- **Il est difficile de perdre de l'argent :**
  - *Solde mis à jour seulement si débit possible*

***DEMONEY_GestionSolde :***

*INVARIANT*

*SommeTransEc : Int16 &*

*SommeTransEc >= 0 &*

*((TransactionEc = Trans_Debit) => ((SoldeCourant - SommeTransEc) : 0..SoldeMaxi))*

# Vérification des objectifs et politiques de sécurité

- **Seul le titulaire du compte peut créditer la carte par virement :**
  - *Code PIN avec nombre d'essais limité*

***Process_APDU :***

*INVARIANT*
*NbEssaisPINRestant>0 => PINBlocked=FALSE*

*OPERATIONS*
*INS_APDU_VerifyPIN = PRE TransactionEc=Trans_None & NbEssaisPINRestant > 0 THEN*
*NbEssaisPINRestant := NbEssaisPINRestant-1 ; ....*
*END*

# V. Conclusion

# *Travail à venir*

- Règles systématiques d'expression de propriétés de sécurité en B.
- Méthode de conversion automatique d'un modèle B classique en un système B événementiel.
- GénéSyst : la possibilité de vérifier une propriété sur un automate.
- Vérification modulaire

# *Références*


- **Présentation de l'application DEMONEY** C. Paulin *(01/2004)*
- **DEMONEY : a démonstrative Electronic purse** R. Marlet et C. Mesnil *(Trusted Logic, 11/2002)*
- **DEMONEY : JavaCard implementation**, R. Marlet *(11/2002 – 3 pages pour préciser l'annexe B)*
- **Security properties and Java Card Specificities to be studied in the SacSafe Project**, R. Marlet, D. Le Metayer *(8/2001 – Spécificités des applets JavaCard. Propriétés à vérifier par analyse statique)*
- **JavaCard 2.1 Platform Specifications**