ensiie
école nationale supérieure d'informatique
pour l'industrie et l'entreprise

Structures d'un Système d'exploitation

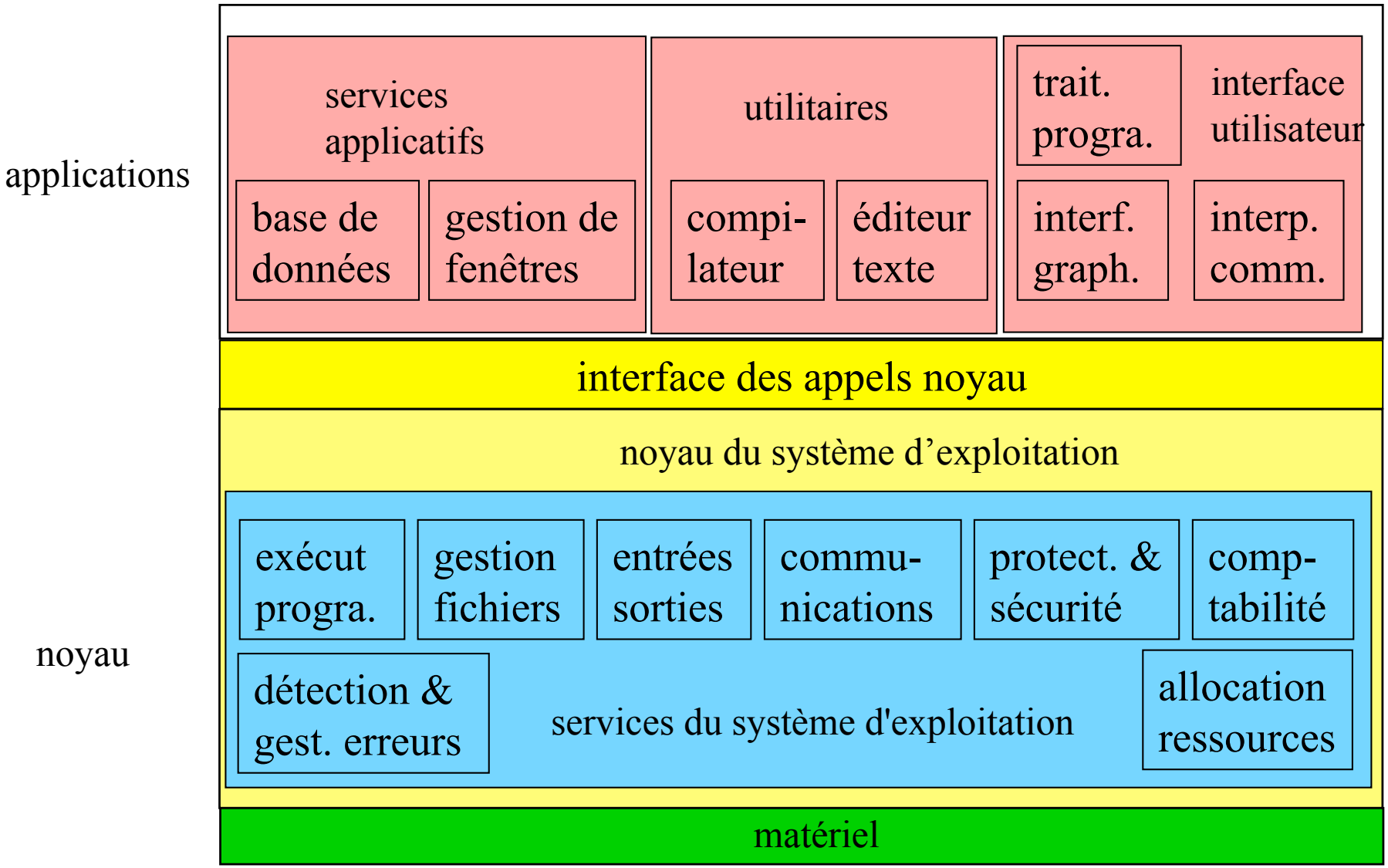
G.Berthelot

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

Définition

- le système d'exploitation est une collection de logiciels qui permettent et coordonnent l'utilisation des ressources matérielles et logicielles entre les différentes applications

ensemble des traitements



composants du SE

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- interfaces utilisateur
- fonctions noyau
- bibliothèques-API

composants du SE

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- utilitaire:
  - application fonctionnant ponctuellement et de façon autonome (compilateur,…….)
    - Gestion de fichiers, modification de fichiers
    - Informations sur le système
      - /proc
      - Base de registres
    - Support de programmation
- services systèmes
  - application fonctionnant en permanence (~~base de données, gestion de fenêtres~~, impression de fichiers, transferts réseau…….)

Interfaces utilisateur

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

Mécanismes utilisables pour demander l'exécution de travaux :

- Interpréteur de commandes (textuelles)

  programme lancé après le login qui recoit les commandes émise sur le clavier (console) sous forme textuelle et tente de les exécuter (terminal, console, invite de commandes, ligne de commande)

  - enchaînement de commandes automatisable par des scripts

- traitements programmés (batch)

  programme qui lance des travaux en fonction de directives stockées dans une base de données.

Interfaces utilisateur

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

Mécanismes utilisables pour demander l'exécution de travaux :

- Interface graphique (Graphical User Interface)
  - sélection d'item dans des liste et activation de boutons
  - avantages :
    - intuitif,
    - pas d'effort de mémorisation
  - inconvénients :
    - limité dans le paramètrage
    - ne permet pas d'automatiser les traitements

fonctions du noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Fonction : traitement mis à disposition pour compléter une application,
  - caractèristique : les instructions de la fonction sont exécutées au sein de l'application
- intérêt :
  - simplification des applications
  - faciliter l'évolution des applications
- mode d'appel : Application Programming Interface (API : fichiers en-tête+liaison BBL)

fonctions du noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- fonction d'aide à l'exploitation
  - Interface utilisateur
    - Exécuter les ordres (souvent exécuter des programmes)
  - Exécution de programmes
    - Lancer l'exécution depuis un autre programme
  - Opérations d'entrée/sortie déléguées
    - (car restriction d'accès aux périphèriques)
  - Manipulations de fichiers
    - Créer, copier, lire, écrire,supprimer
  - Communications (entre activités internes ou ext.)
  - Détection et gestion des erreurs

    erreur disque, erreur réseau, erreur opération, overflow...

fonctions du noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Partage de la machine entre les activités
  - Allocation de ressources
    - processeurs, zones mémoire, zones disques, fichiers,
  - Protection et sécurité
    - contrôles des accès pour éviter la modification ou même la lecture des données ou des programmes spécifiques d'une tâche
    - existance de plusieurs modes d'exécution , au moins deux : kernel et user
  - Facturation

Noyau : communications

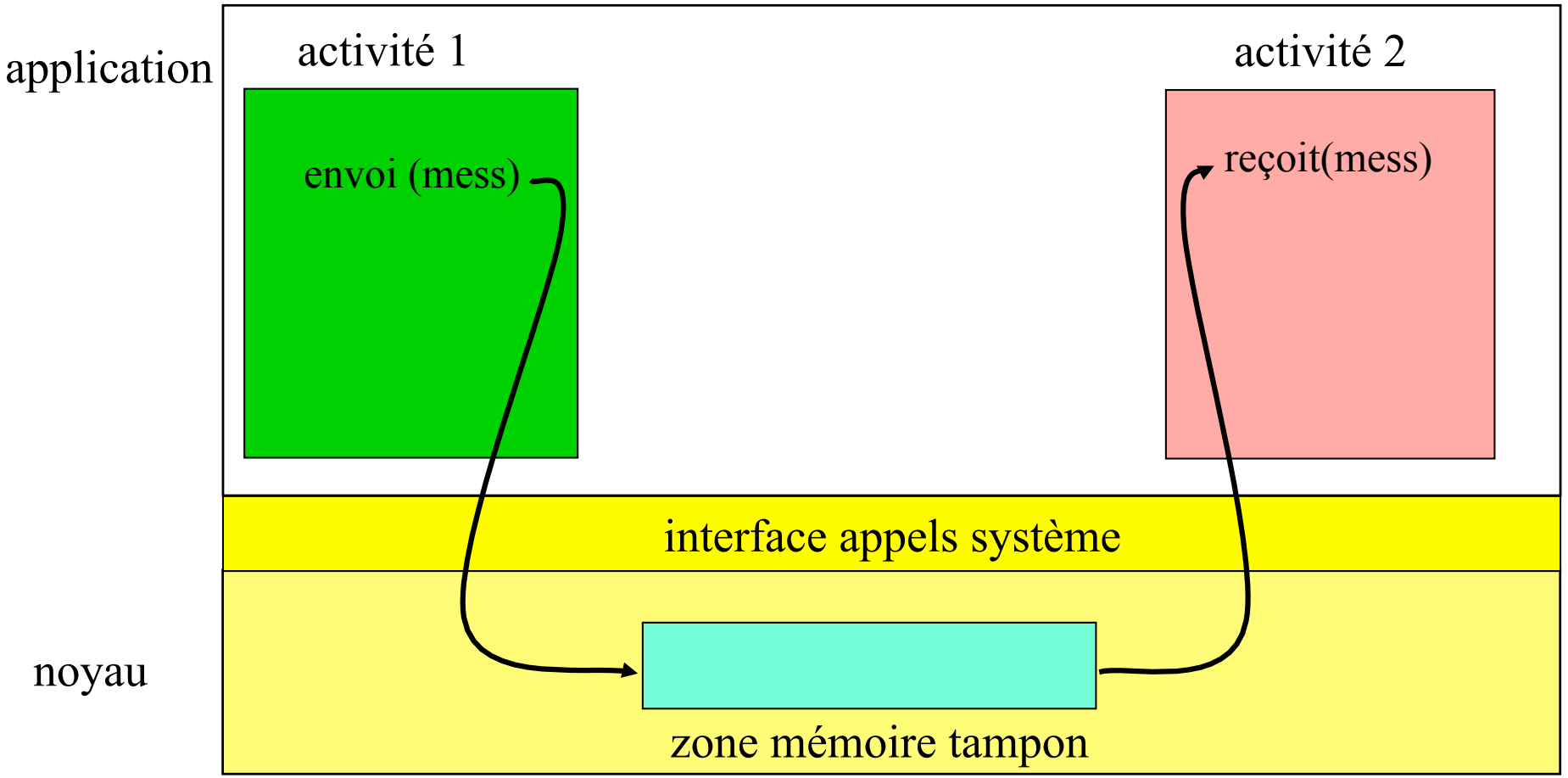
ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- entre activité sur la même machine

  (Inter Process Communication ou IPC)
  - communication par messages
  - communication par partage de mémoire
  - entre une application et le noyau

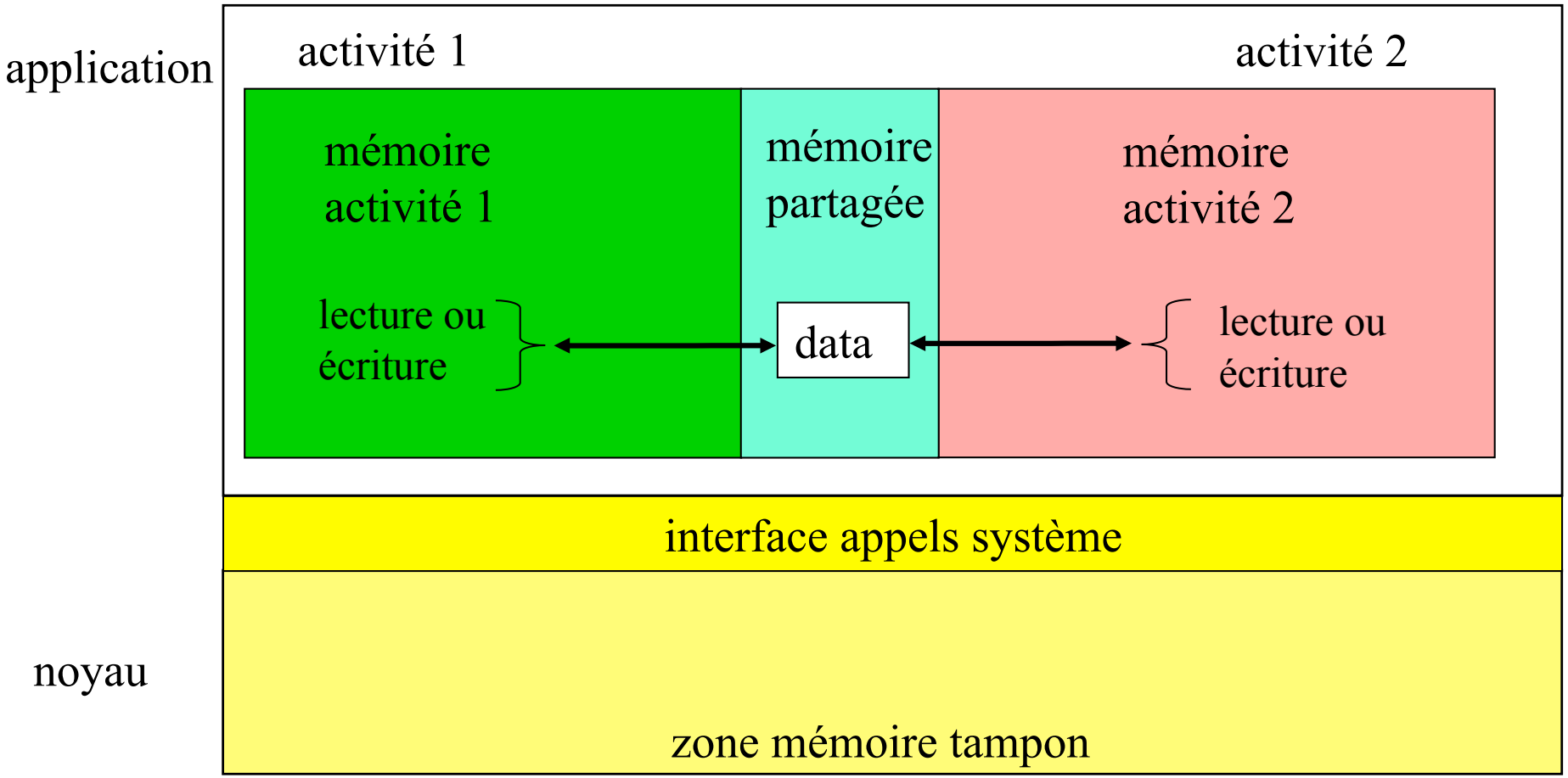
Noyau : communications

- entre activité sur la même machine
  - communication par messages :



Noyau : communications

- entre activités sur la même machine
  - communication par mémoire partagée :



Noyau : communications

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- entre activité sur la même machine :
  - Messages
    - plus lent
      - deux copies pour transfert d'une zone mémoire à l'autre
      - contrôles aux passages dans le noyau
    - sécurisation des données
      - pas d'écrasement
      - synchronisation écriture/ lecture
  - Mémoire partagée
    - plus rapide
      - pas de passage par le noyau
      - une seule copie des données
    - pas de sécurisation possible
      - écrasement des données
      - pas de synchronisation écriture/lecture

Noyau : communications

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- communications application-noyau
  - les deux sont possibles mais souvent par mémoire partagée car
    - le noyau accède à la totalité de la mémoire donc les zones mémoire des applications
    - plus rapide
    - pas de problème de sécurité puisque le noyau est réputé sûr
  - Sur linux l'espace mémoire d'une application contient aussi la zône mémoire allouée au noyau, mais elle est inaccessible en mode utilisateur
  - $\Rightarrow$ inutile de changer d'espace mémoire pour exécuter les fonctions du noyau

Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- le noyau est constitué par un ensemble de fonctions nommées *appels noyau*
- quelques appels
  - open : ouvrir un fichier
  - read: lire dans un fichier
  - write : écrire dans un fichier
  - close : fermer un fichier
  - connect : établir une liaison réseau
  - exec : exécuter un fichier exécutable
  - kill : envoyer un signal (ex: pour arrêter une activité)
  - plus 250 autres dans linux

Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- le noyau est constitué par un ensemble de fonctions nommées appels noyau
- 6 grandes catégories
  - gestion de processus
  - manipulations de fichiers
  - manipulation de périphériques
  - communiacations
  - protection
  - informations sur le système

Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Gestion de processus
  - créer et terminer
  - exécuter suspendre
  - attendre, signaler un événement
  - obtenir ou fixer les attributs (priorité...)
- Gestion de fichier
  - créer, supprimer un fichier
  - ouvrir, fermer un fichier
  - lire, écrire, repositionner le pointeur de position
  - obtenir ou fixer les attributs d'un fichier (droits d'accès ...)

Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Gestion périphériques
  - attacher
  - détacher
  - lire écrire
  - repositionner
  - obtenir les attributs d'un périphérique
  - fixer les attributs d'un périphérique
- information sur système
  - obtenir la date
  - fixer la date
  - obtenir des informations système (processus, temps d'exécution, périph. attachés, montés)
  - fixer les attributs
    - des processus
    - des périphériques
    - des fichiers
    - ...

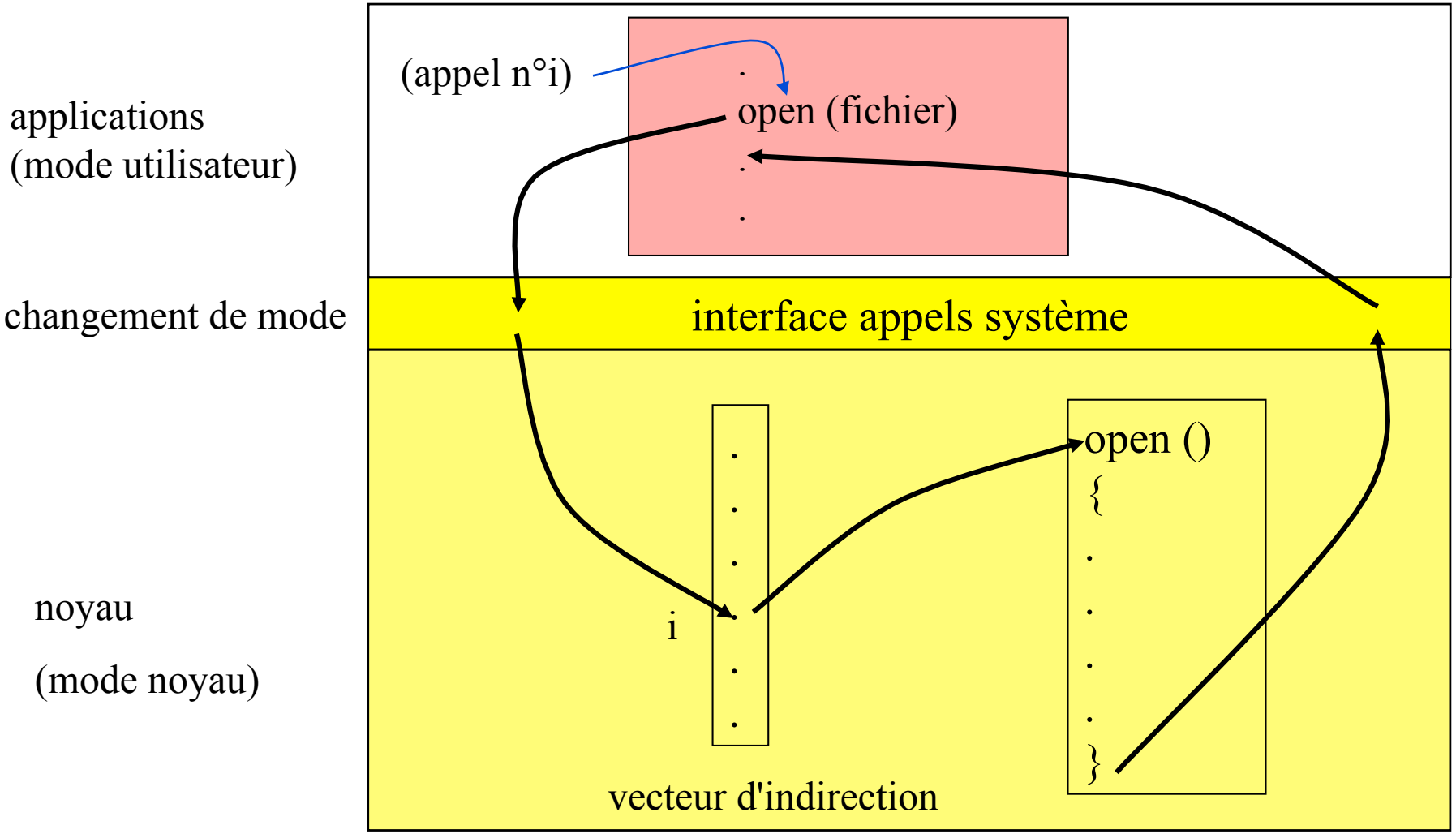
Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Communication
  - créer, supprimer une connection
  - envoyer et recevoir des messages
  - attacher ou détacher des périphériques distants
- Protection
- fixer les protections
  - des processus
  - des fichiers
  - des périphérique
  - des programmes
- faire réspecter les protection.

Appels noyau

- Mécanisme générique (trappe, interruption)



Appels noyau

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Remarques
  - les appels noyaux sont identifiés par un numéro
  - ce numéro est un index dans une table d'indirection
  - l'instruction d'appel (instruction machine spécifique: INT sur les PC) provoque le changement de mode
  - piles d'exécution utilisateur et noyau différentes ⇒ les paramètres sont passés dans les registres.
  - l'interface des appels noyau vérifie la validité de l'appel
  - les valeur retournées sont écrites directement dans l'espace mémoire de l'application
  - la fin du service noyau s'accompage du retour en mode utilisateur

  ⇒ l'application ne peut modifier le traitement appelé, ni profiter du passage en mode noyau

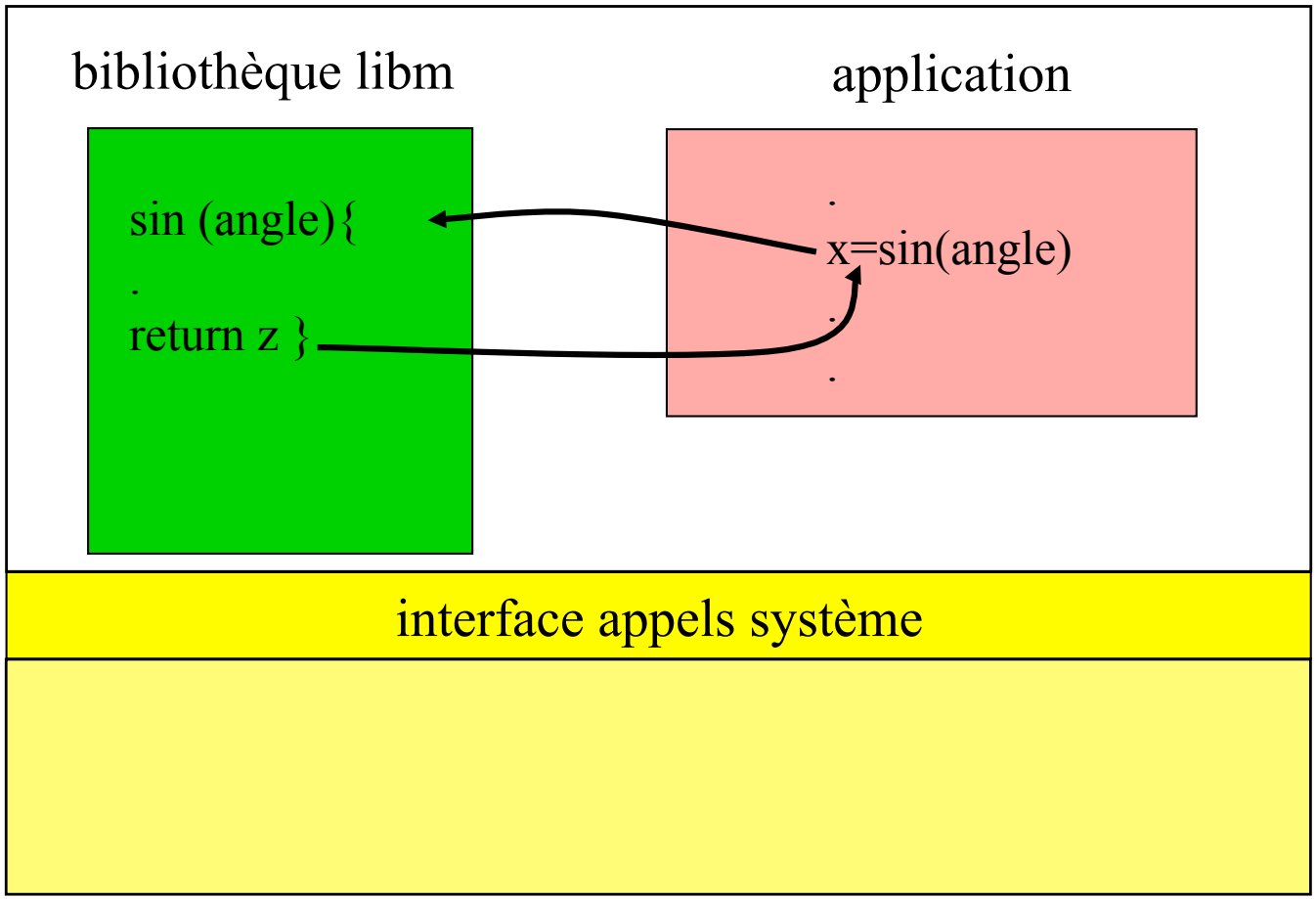
Bibliothèques

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Traitements déjà compilés, à disposition des programmeurs pour compléter leurs programmes mais non contenus dans le noyau
- peuvent aussi faire appel aux fontions du noyau

Bibliothèque

- principe



Bibliothèque

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

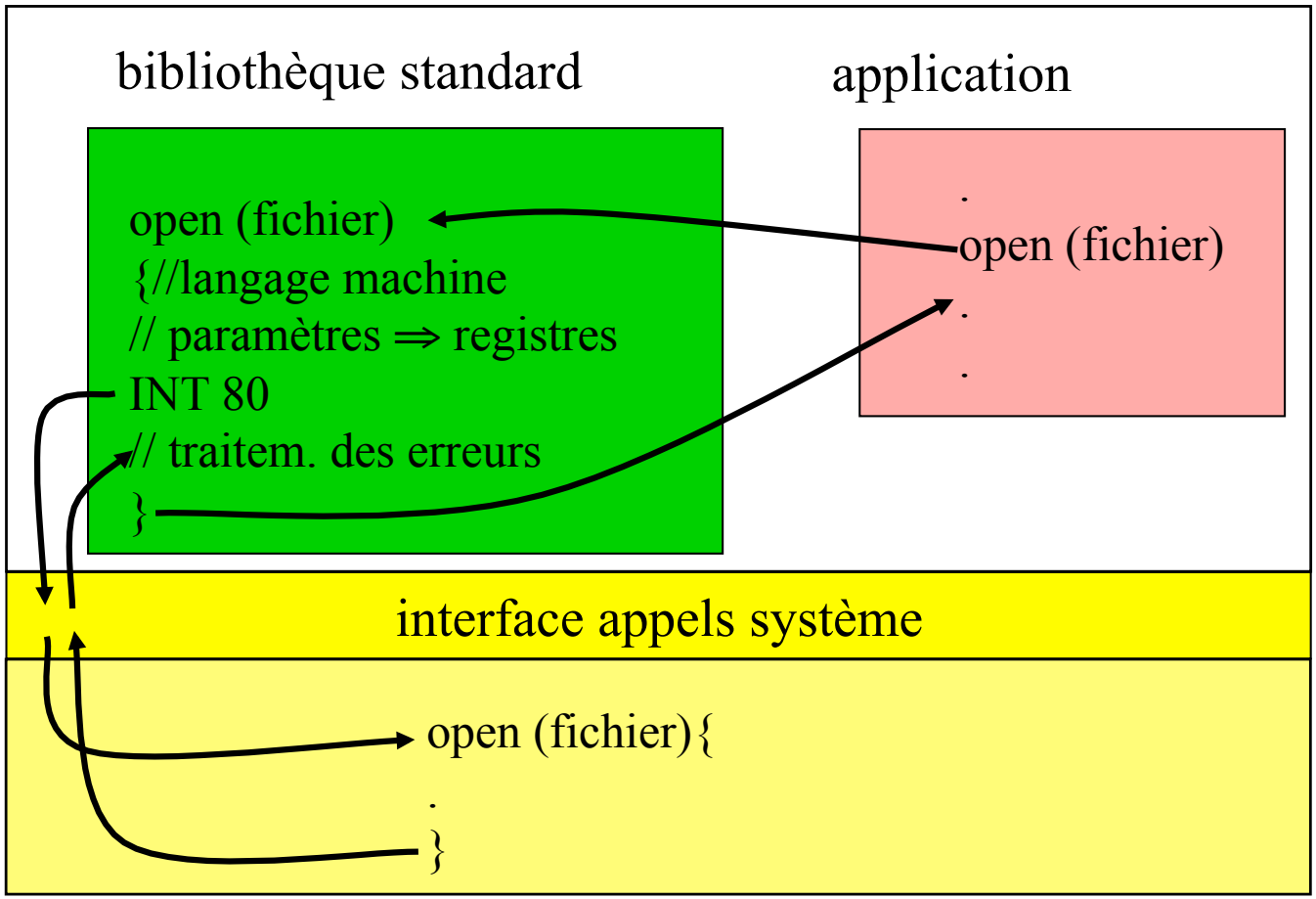
- NE PAS CONFONDRE :

- Fichier en-tête
  - exemple stdio.h, string.h
  - fichier inséré dans le code source
  - contient des définitions
    - de constante,
    - de structures,
    - des prototypes de fonction (mais pas les instructions (code))

- Fichier bibliothèque
  - exemple libc.a, libc.so
  - instructions insérées dans le code machine
  - contient les codes des fonctions appelées dans un programme mais dont la définition n'est pas dans le programme (donc les fonctions spécifiées dans les en-têtes)

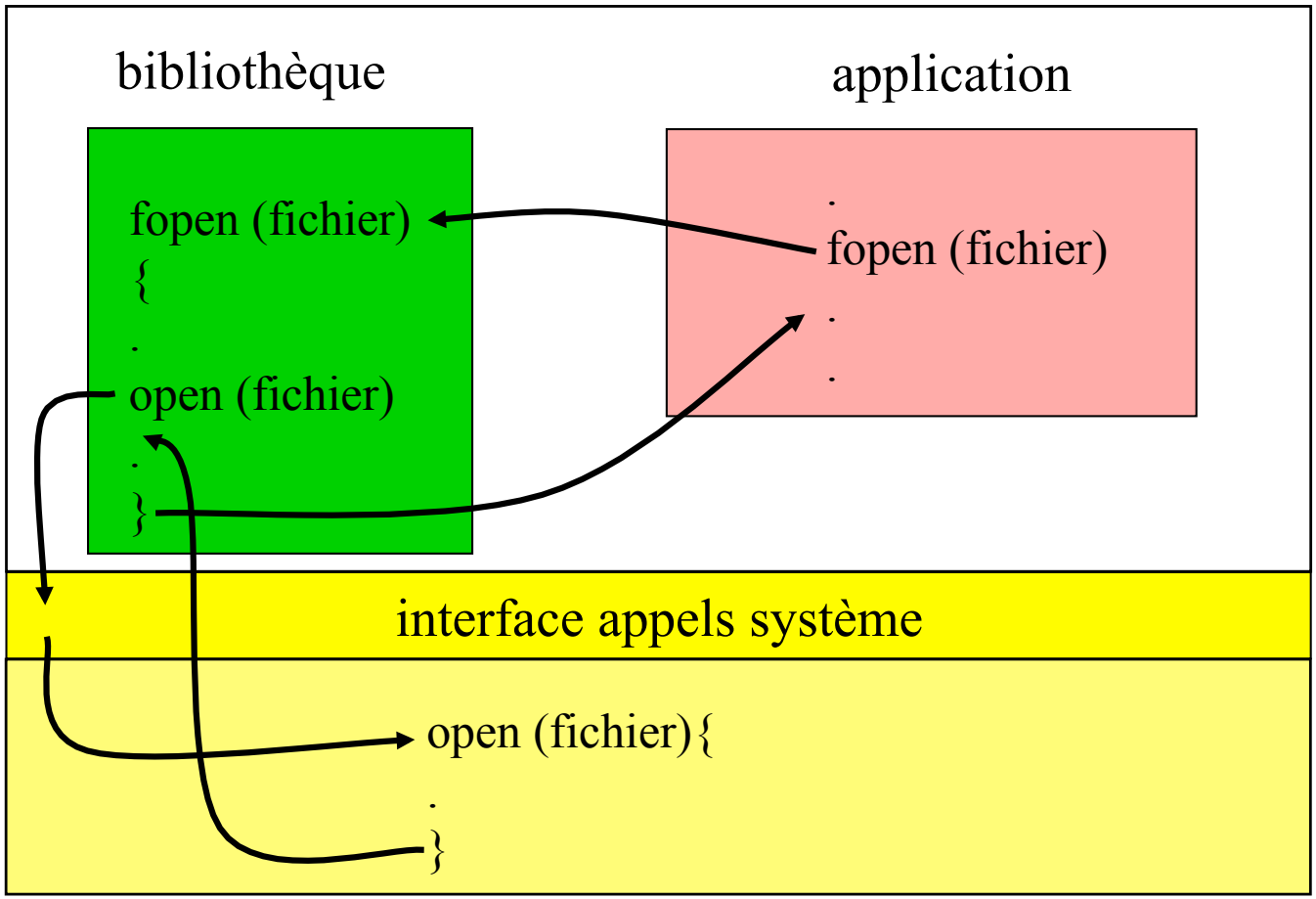
Bibliothèque standard

- mise en forme de l'appel noyau



Bibliothèque standard

- enrichissement des fonctions offertes

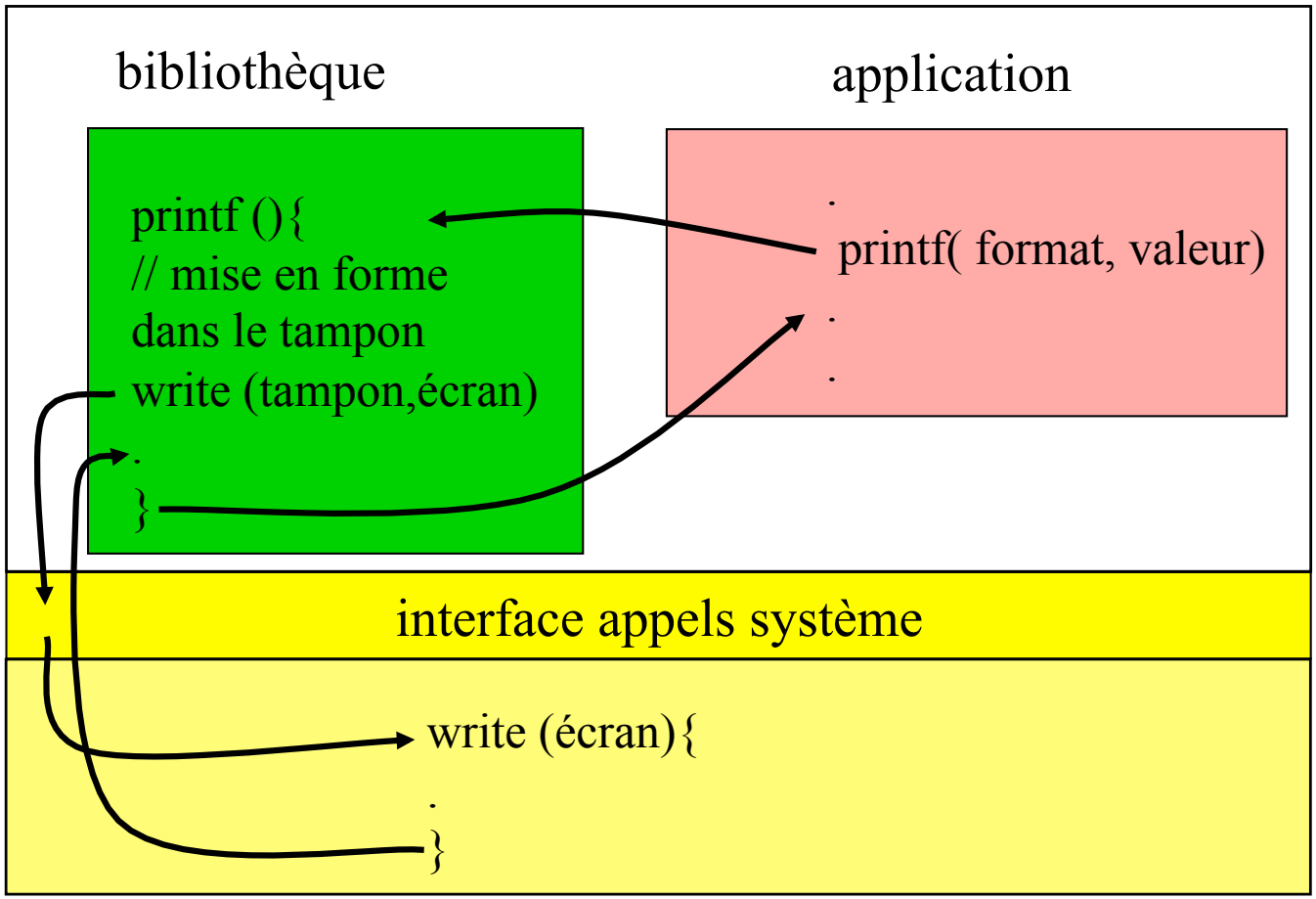


fopen

- normalisée sur différents systèmes
- gére un tampon niveau utilisateur
  ⇒ plus rapide pour les petits échanges

Bibliothèque standard

- enrichissement des fonctions offertes



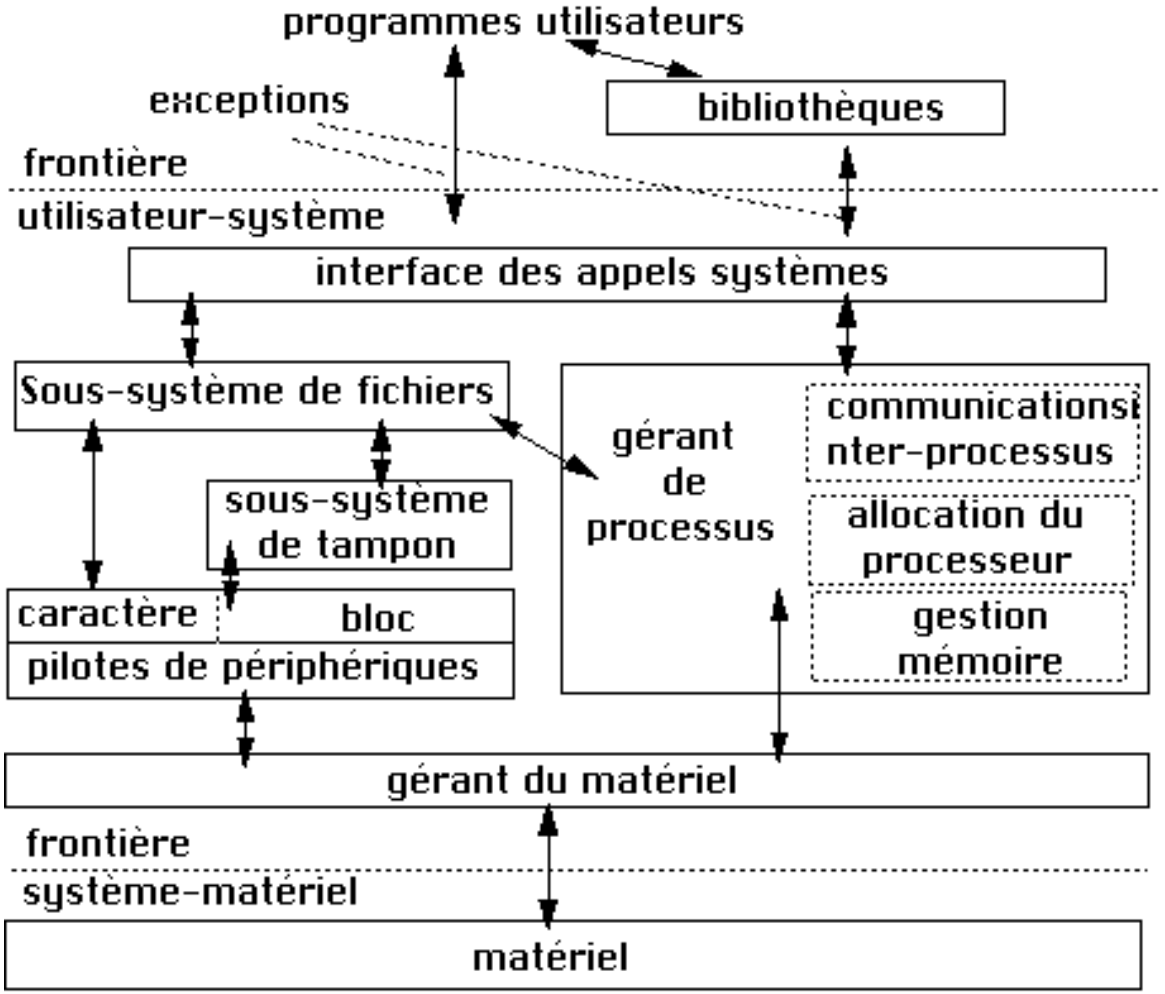
Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Structure simple
- Structure en couche
- Micro-noyaux
- Modules
- Machines virtuelles

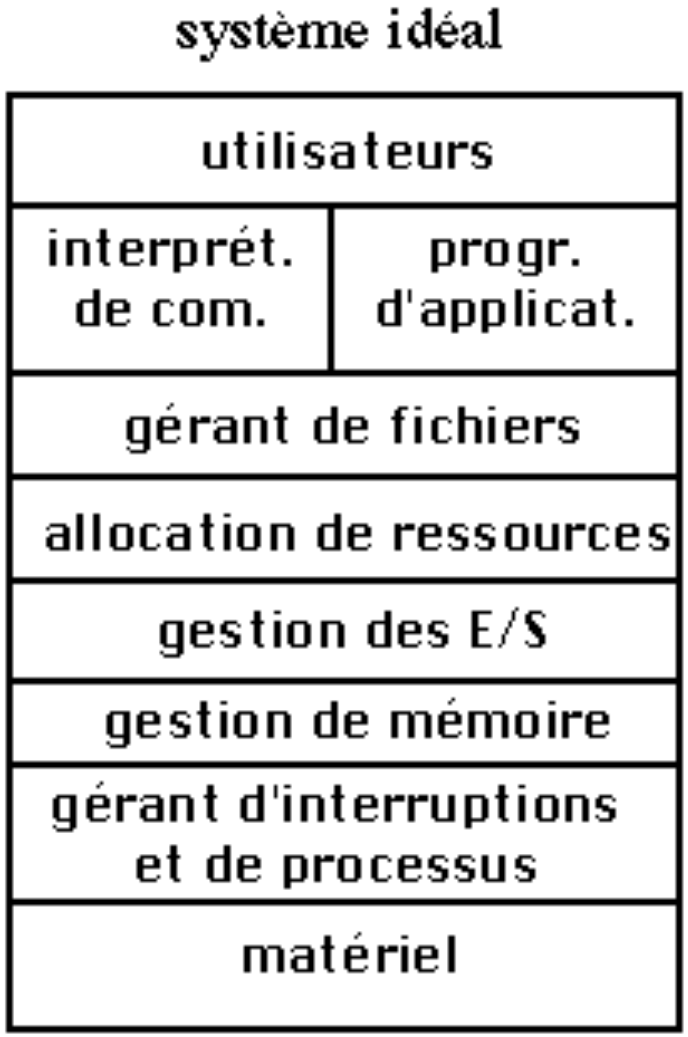
Structure du noyau

- Structure monolithique



Structures

- Structure en couches



Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Structure en couches
  - principes
    - la couche N contient des structures de données et des fonctions opérant sur ces données.
    - Ces fonctions peuvent êtres appelées par les fonctions des couches supérieures
    - inversement les fonctions de la couche N peuvent appeler les fonctions des couches inférieures

Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Structure en couches
  - avantages
    - simplicité de conception-mise au point d'une couche :

      il faut d'abord valider la couche 1, ce qui doit être simple car elle ne contient que des fonctions simples

      Si un problème apparait lors de la validation de la couche 2 alors son origine est dans la couche 2. Donc facile à trouver puisque le saut fonctionnel est faible

      Ainsi de suite jusqu'au dernier niveau
    - un niveau n'a pas besoin de connaître les détails de l'implantation des niveaux inférieurs
    - possibilité de modifier une couche, pourvu que le service rendu par les fonctions reste le même
  - démarche suivie pour tous les grands logiciels

Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Critique de la structure en couches
  - difficulté
    - découpage des différents niveaux à cause des interactions réciproque

      la gestion des E/S doit se trouver au dessus de la gestion mémoire car les E/S se font vers ou à partir de zones mémoire. Mais la mémoire virtuelle doit se trouver au dessus de la gestion des E/S car la mémoire virtuelle utilise une mémoire de réserve qui est sur un disque.
    - inéfficacité

      la méconnaissance ou la non utilisation des détails d'implémentation ne permet pas d'utiliser des caractèristiques spécifiques

      chaque traversé d'interface intercouche implique des vérifications et des transferts de données

Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Stucture monolithique modulaire
  - Le noyaux comporte un ensemble de fonctions de bases pour répondre aux besoins communs de toutes les exploitations.
    - système de fichier de base (ou système de fichiers virtuels
    - communications avec le matériel standard (interruptions et pilotes)
  - Des fonctions plus spécifiques, qui ne sont pas présentes lors de l'assemblage du noyau, sont regroupées dans des modules qui peuvent être ajoutés et enlevés "à chaud" dans le noyau.

Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Stucture monolithique modulaire
  - Exemple : Linux, BSD, Solaris
    - Modules de systèmes de fichiers exotiques
    - Pilotes matériels non standards
  - Avantages
    - encombrement limité au stric nécessaire
    - adaptabilité au nouveau matériel
    - évolutivité des fonctions disponibles
    - facilité de mise au point et de maintenance des modules
  - contraintes : conception du noyau en blocs "indépendants"
  - remarque : un dysfonctionnement compromet la totalité du noyau (protection globale)

Structures

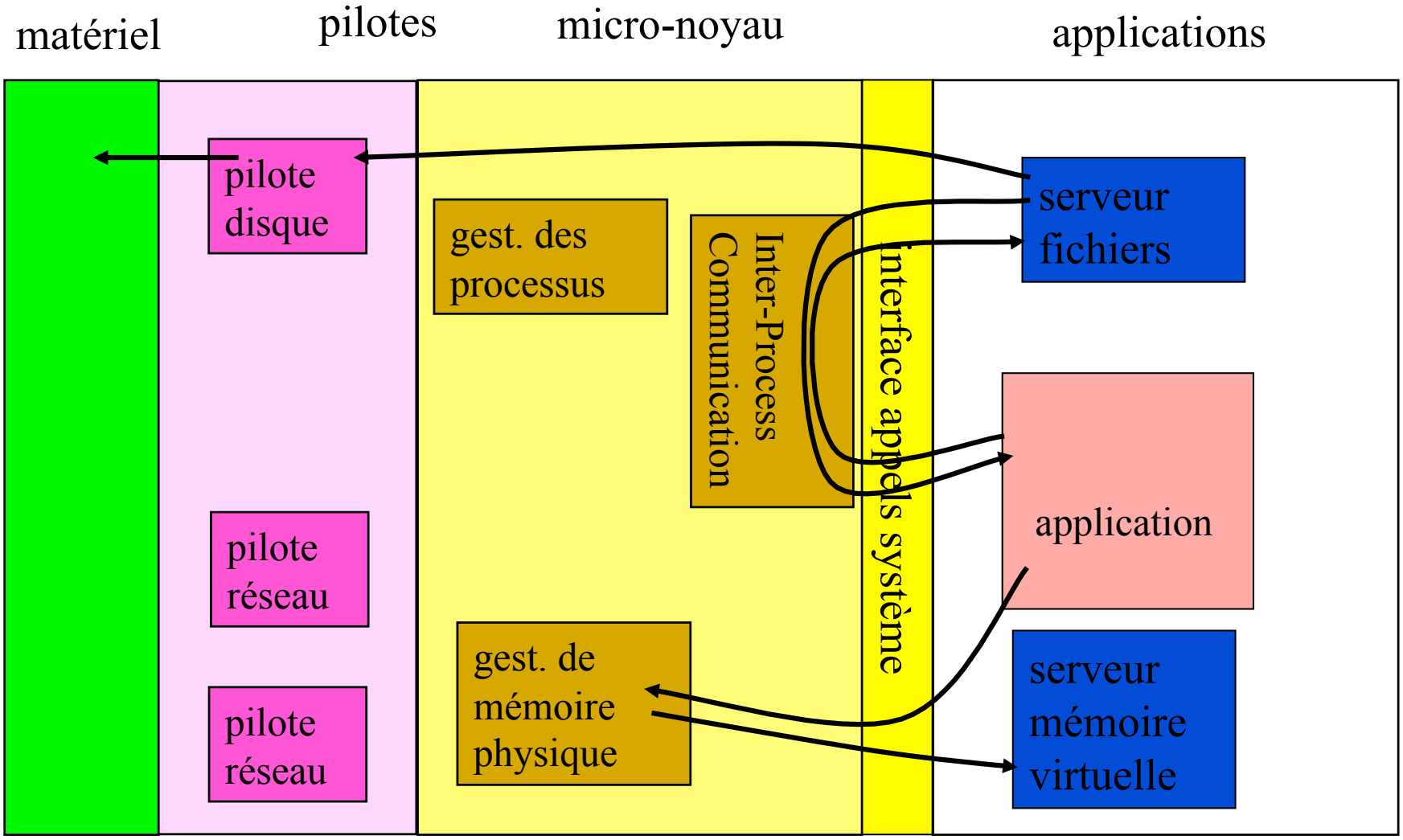
ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Micro-noyaux
  - combattre la tendance à l'obésité du noyau
    ⇒n'y conserver que les fonctions indispensables:
    - gestion de base des processus
    - gestion de base de la mémoire
    - communication interprocessus

    - Les autres sont implantées sous forme de services au niveau applicatif.
  - Exemple :
    - Mach (base des sytèmes Max OS X)
    - Windows NT

Structures

- Micro-noyaux



Structures

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Micro-noyaux
  - Avantages:
    - compacité : 50 000 lignes contre plusieurs millions
    - Petitesse et simplicité ⇒ robustesse et fiabilité
    - rapidité de mise en oeuvre
    - portabilité
    - un dysfonctionnement reste circonscrit à un service
    - les services ne peuvent intervenir directement sur le matériel
  - Inconvénient
    - grand volume d'appels systèmes
    - les IPC sont très utilisés et ralentissent les traitements

Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Machines virtuelles
  - Historique
  - Bénéfices
  - Simulation
  - Para-virtualisation
  - Implémentation
  - Exemple
    - Vmware
    - Machine virtuelle java

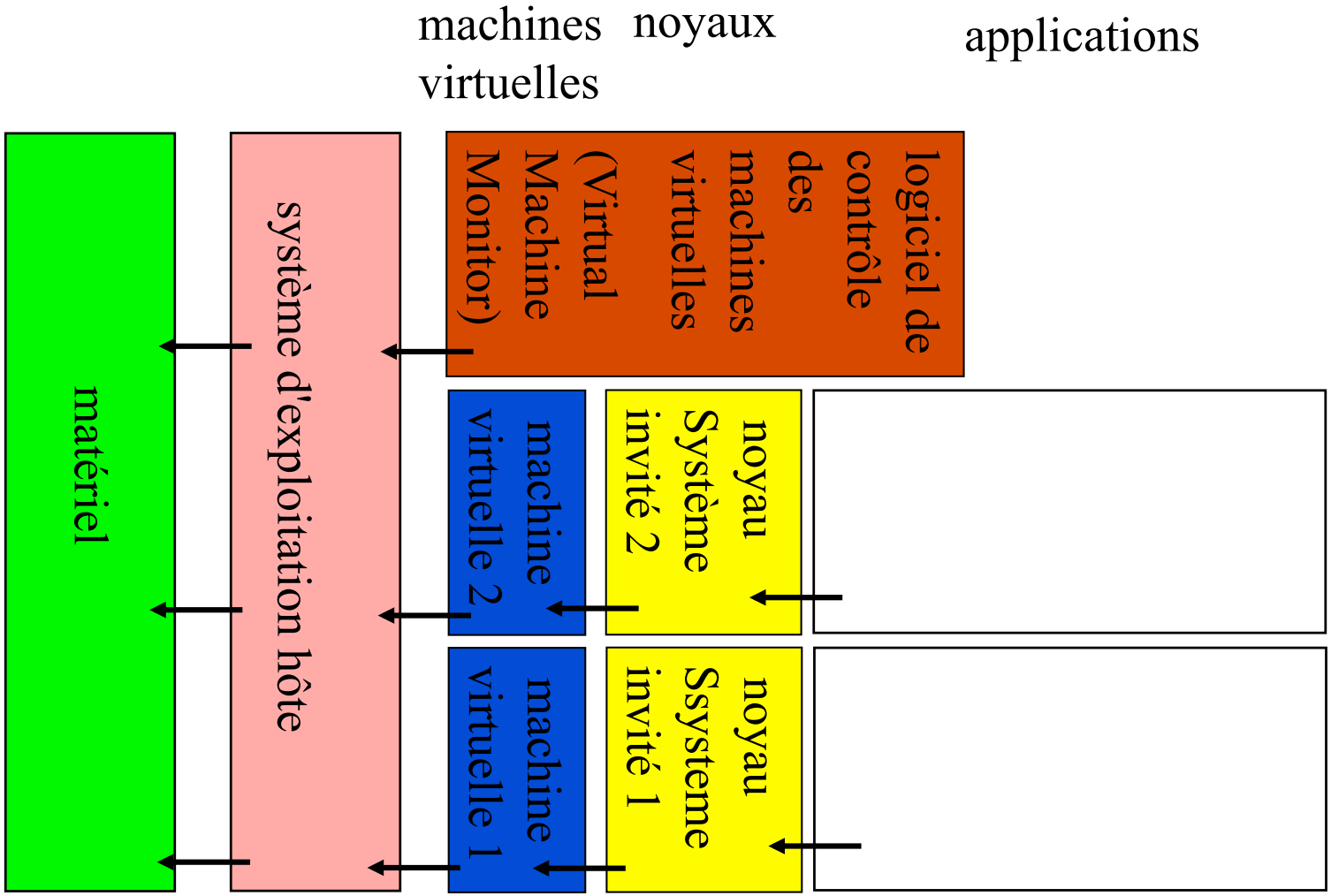
Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Machines virtuelles
  - Historique
  - IBM VM370 (1972)
    - plusieurs SE éventuellement différents tournant simultanément sur le même processeur

Virtualisation

- émulation ou virtualisation de matériel



Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Machine virtuelle :
  - logiciel qui prend un programme binaire et l'exécute comme le ferait un processeur réel, y compris les traitement du système d'exploitation invité
  - redirige les commandes à destination des périphériques vers le système d'exploitation hôte
  - réalise les traitements d'interruptions comme le ferait le système d'exploitation invité
  - exécuté comme une application du système hôte

Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Avantages
  - partage d'une même plateforme matérielle entre différents environnements d'exécution (SE) ⇒ meilleure utilisation du matériel
  - isolation des environnements d'exécution
  - souplesse d'utilisation des plateformes par répartition de charge
  - amélioration de la fiabilité (migration aisée)
  - facilité pour développer un nouveau SE (partiellement ou totalement)

Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Difficultés
  - Les instructions "sensibles" du noyau invité (instuctions de commande du matériel) doivent être détectées et transformées en appels au noyau hôte)
    - inspection du code et remplacement préalable (lourd et peu performant
    - trappe matérielle sur les processeurs adaptés à la virtualisation
  - les appels noyau invité traversent en fait deux noyaux ⇒ lent
  - partager les périphériques entre les SE
    ⇒ virtualisation des disques et cartes réseaux

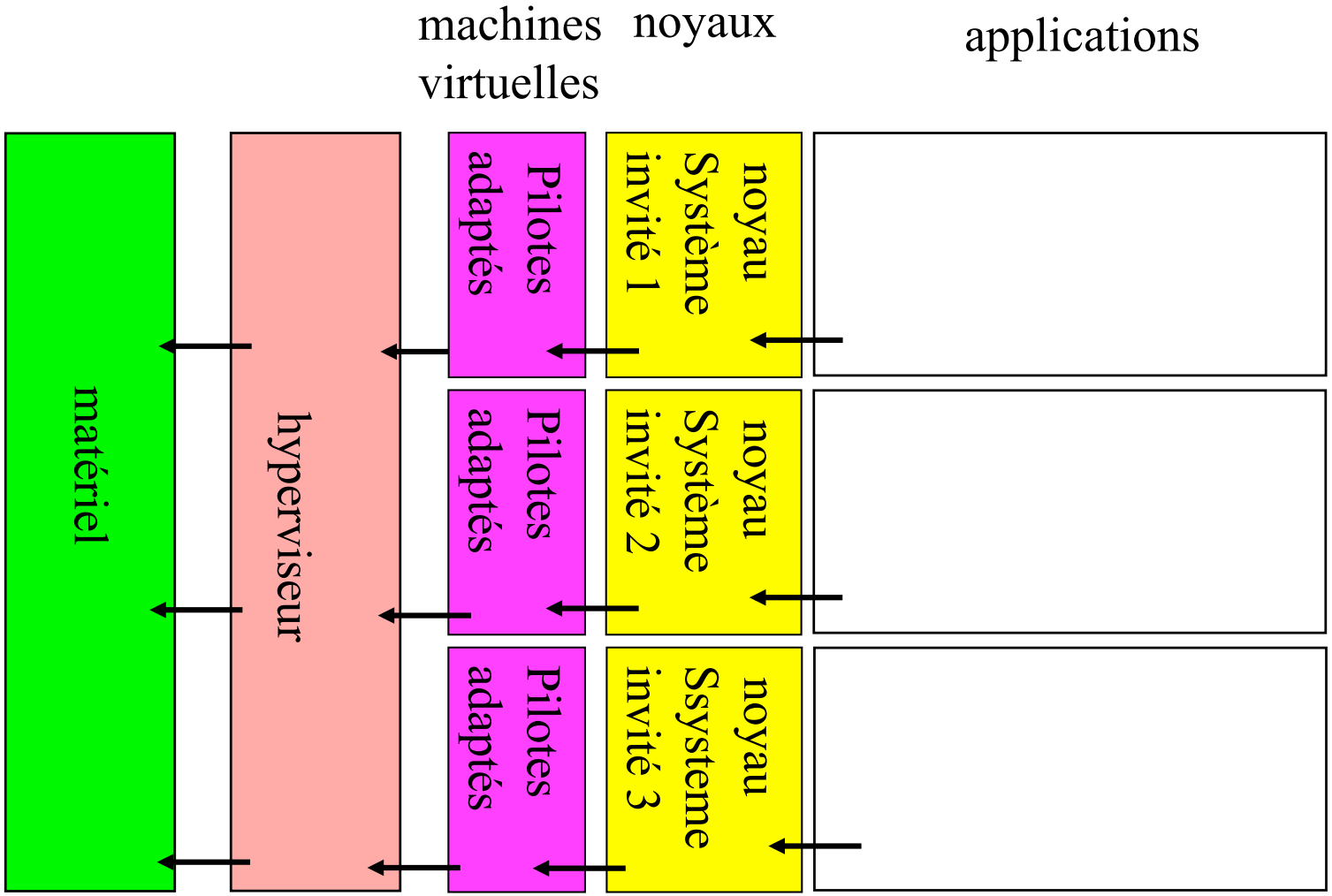
Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Exemples (émulateurs de plateformes X86)
  - VMware Player et WMware workstation
  - VirtualBox
  - Microsoft virtual PC
  - KVM
- Aides matérielles à la visualisation
  - AMD-V
  - Intel VT

Virtualisation

- Paravirtualisation ou hyperviseur



Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Hyperviseur :
  - couche logicielle conçue pour offrir une interface très voisine, mais pas identique, à celle du matériel.
  - ⇒ les pilotes des noyaux hôtes doivent être adaptés
  - Avantage : plus performant
  - Inconvénients : modification du système invité

Virtualisation

ensiie
école nationale supérieure d'informatique pour l'industrie et l'entreprise

- Exemples (émulateurs de plateformes X86)
  - VMware ESX
  - Citrix XEN
  - Microsoft Hyper-V
  - KVM