



## Gestion de la réactivité des communications réseau

**François Trahay**

Runtime, LaBRI

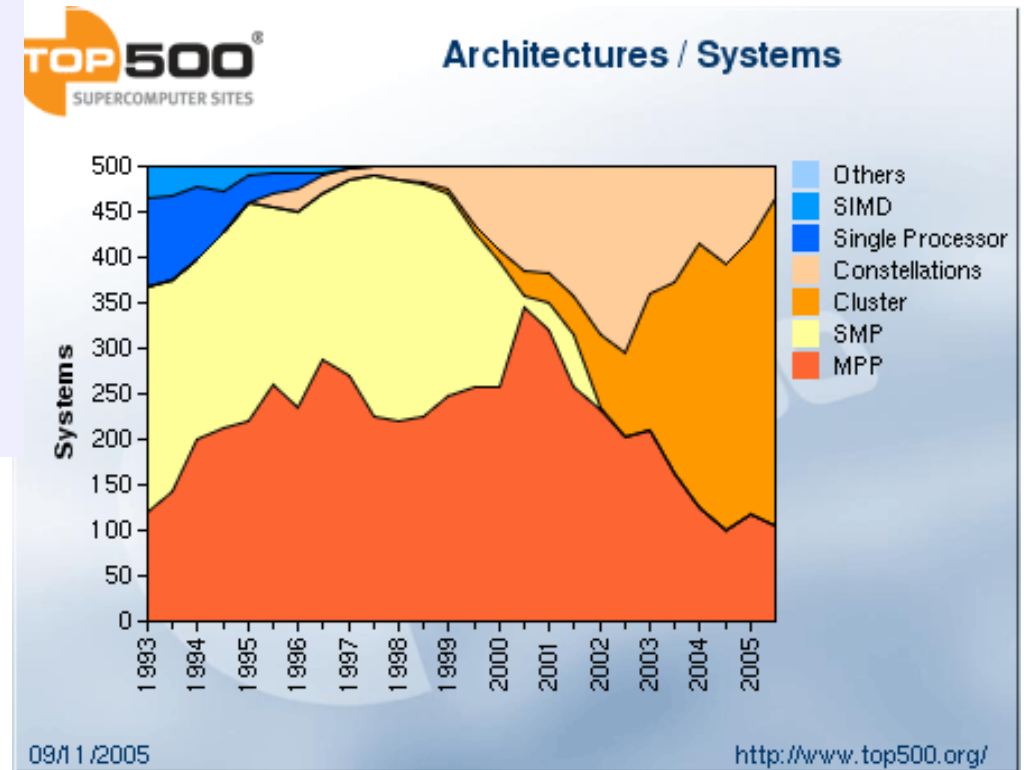
sous la direction d'Alexandre Denis

Université Bordeaux I



# Le calcul hautes performances

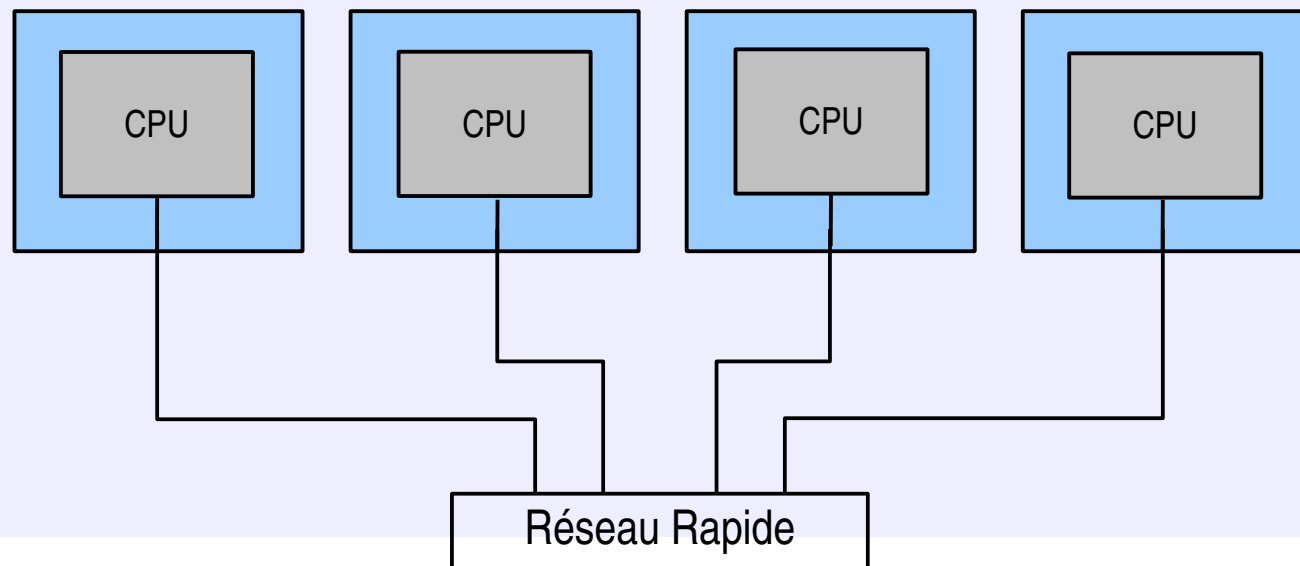
- La tendance actuelle : les grappes de machines standard
  - bon rapport coût / performance
- Caractéristiques
  - Réseaux rapides
    - Latence ~ 1 $\mu$ s
    - Débit ~ 10 Gb/s
  - Nœuds multiprocesseurs



Evolution du Top 500 de 1993 à 2005

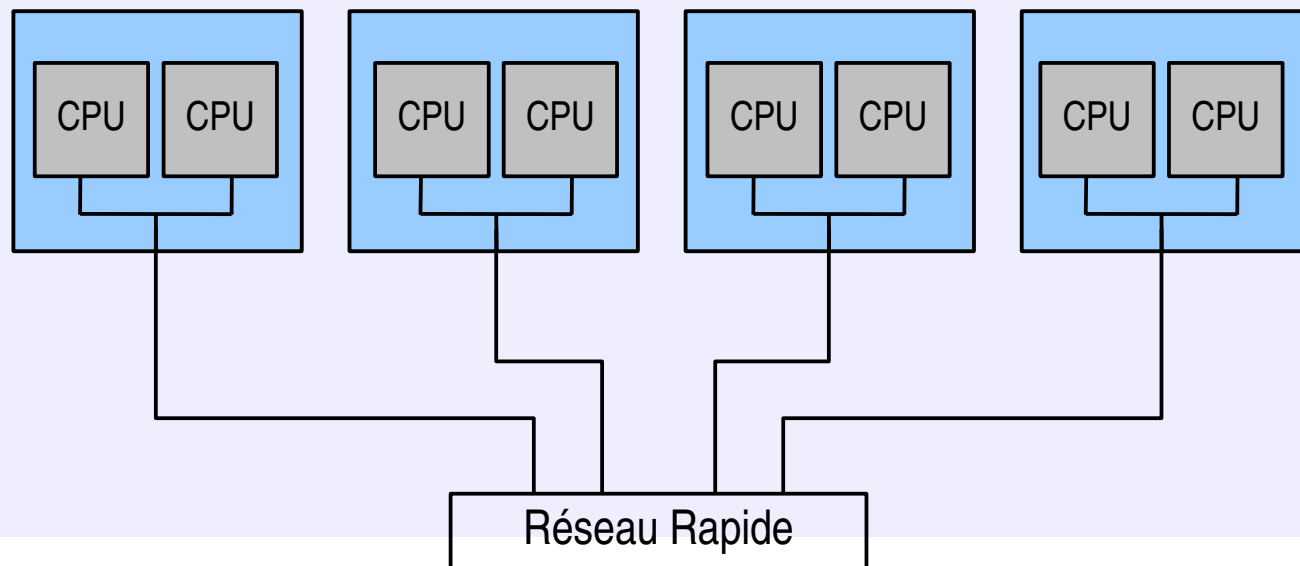


# Hiérarchisation des architectures





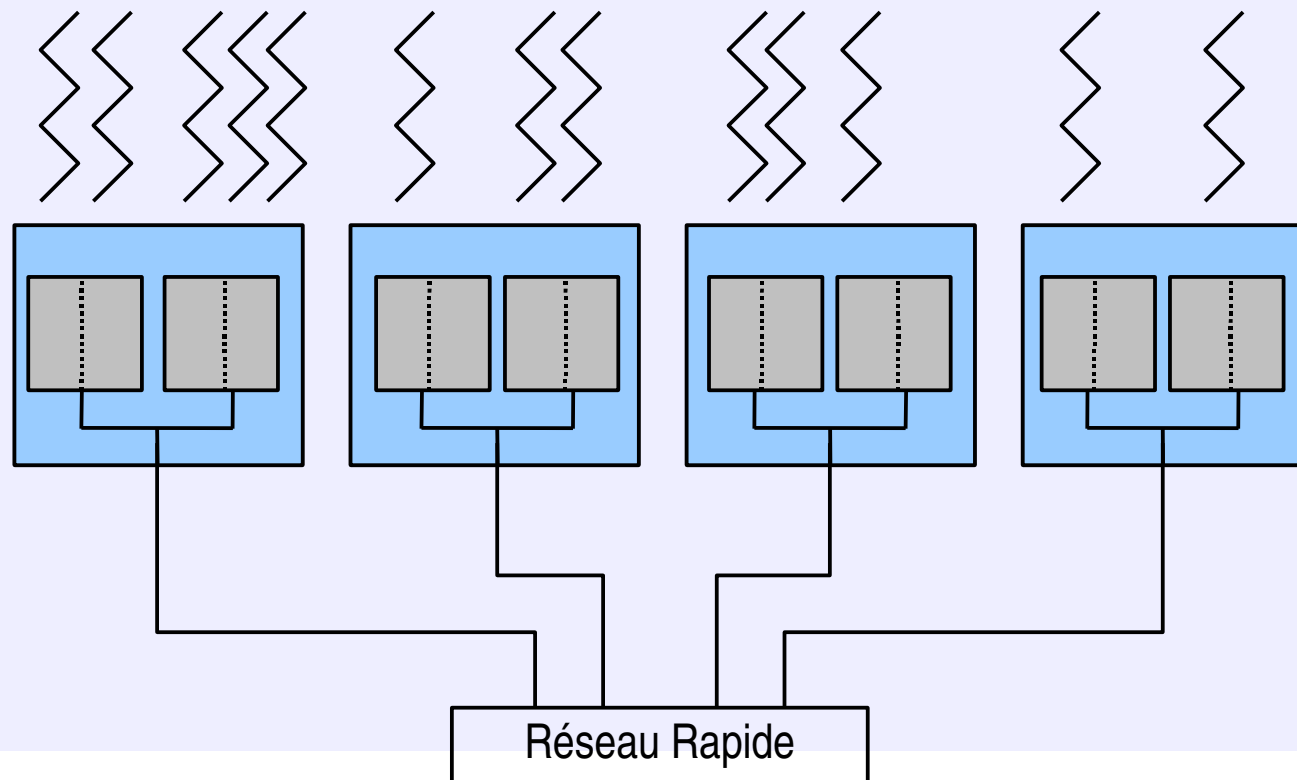
# Hiérarchisation des architectures





# Hiérarchisation des architectures

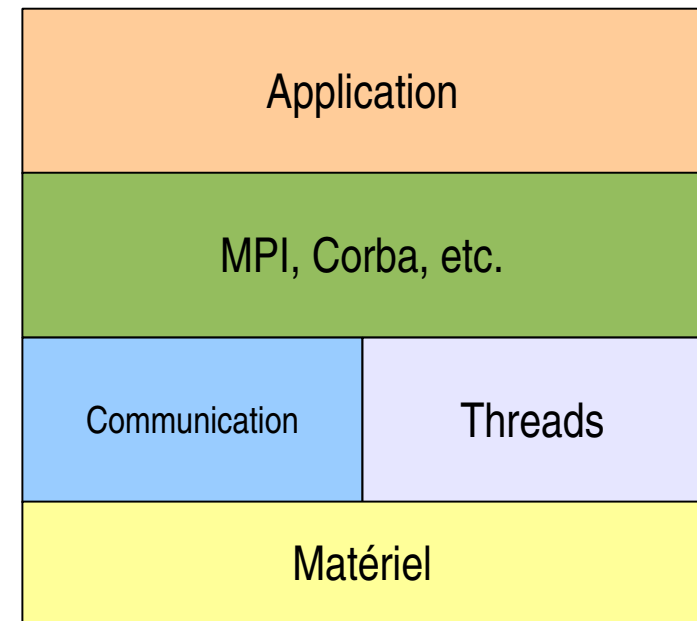
Comment exploiter ces architectures?





# Programmation

- **Importance de la portabilité**
  - Ne pas réécrire un code qui fonctionne
- **Standardisation des environnements de programmation**
  - MPI
  - OpenMP
- **Environnements reposant sur des supports d'exécution**
  - Bibliothèques de threads
    - Utilisation d'ordonnanceur à deux niveaux
  - Bibliothèque de communication

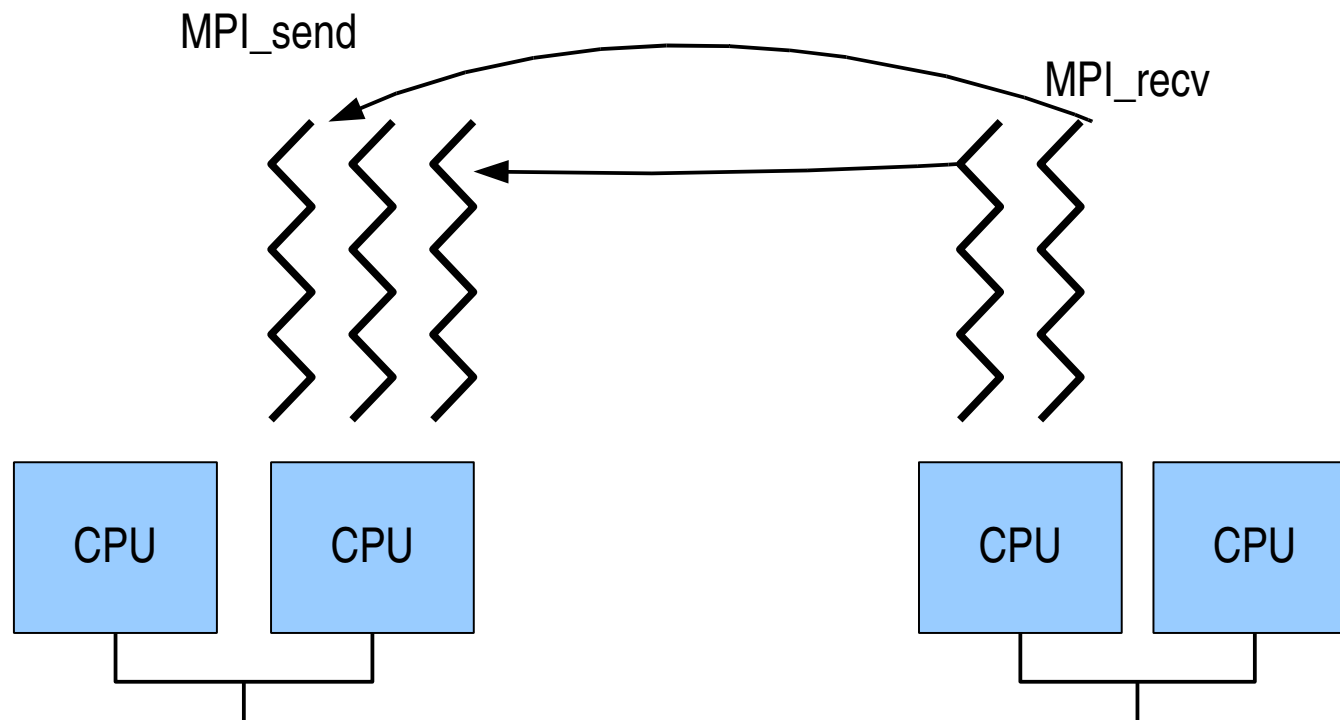


Exemple de pile logicielle utilisée sur une grappe



# L'importance des communications

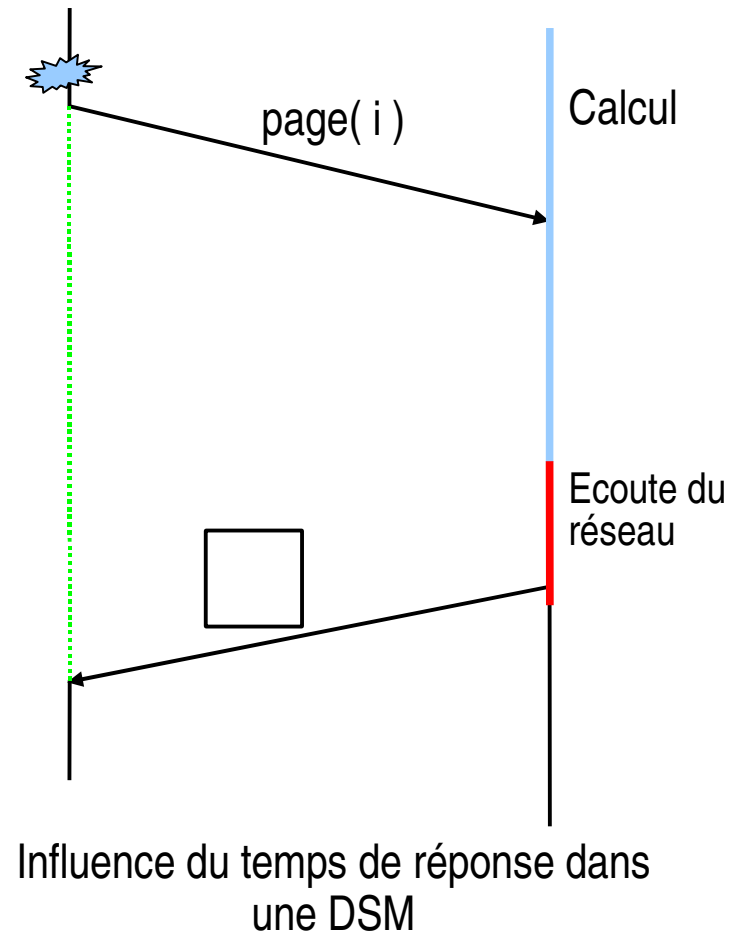
- Multiples communications entre threads sur des noeuds différents
- Certaines communications nécessitent des “temps de réponse” courts !





# Exemple de schéma de communication « interactif »

- **DSM (Mémoire Partagée Distribuée)**
  - Requête de demande de page suite à un défaut de page

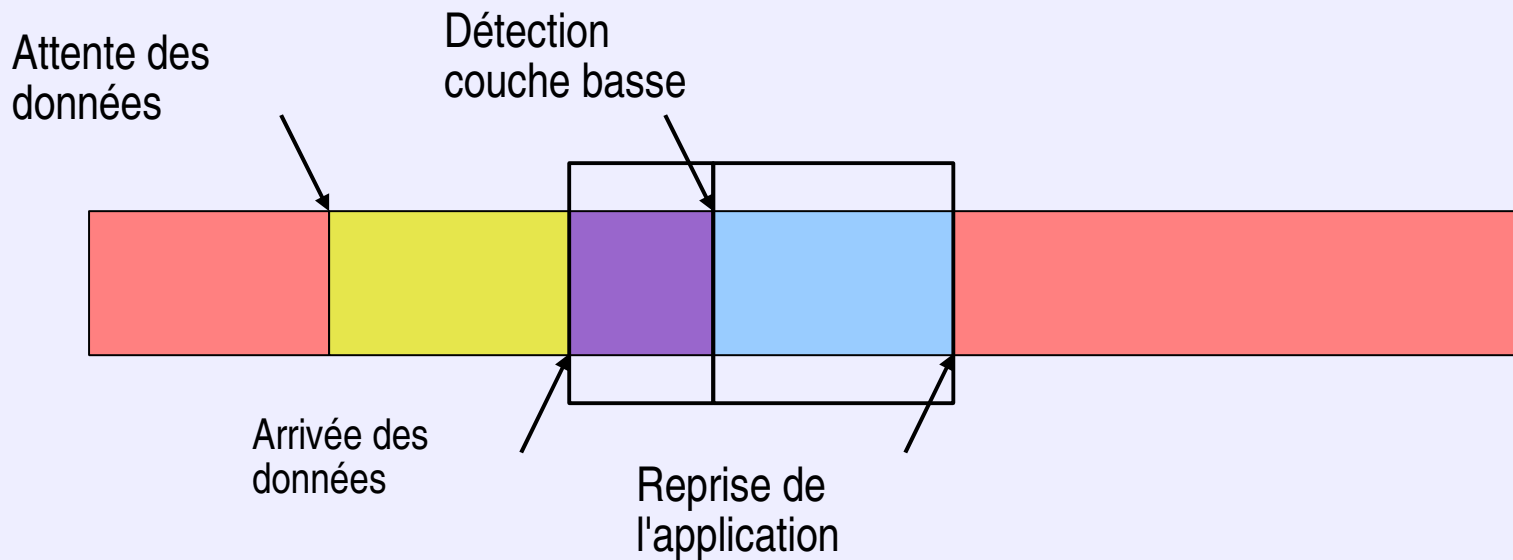






# La réactivité

- Capacité à prendre en compte rapidement un événement

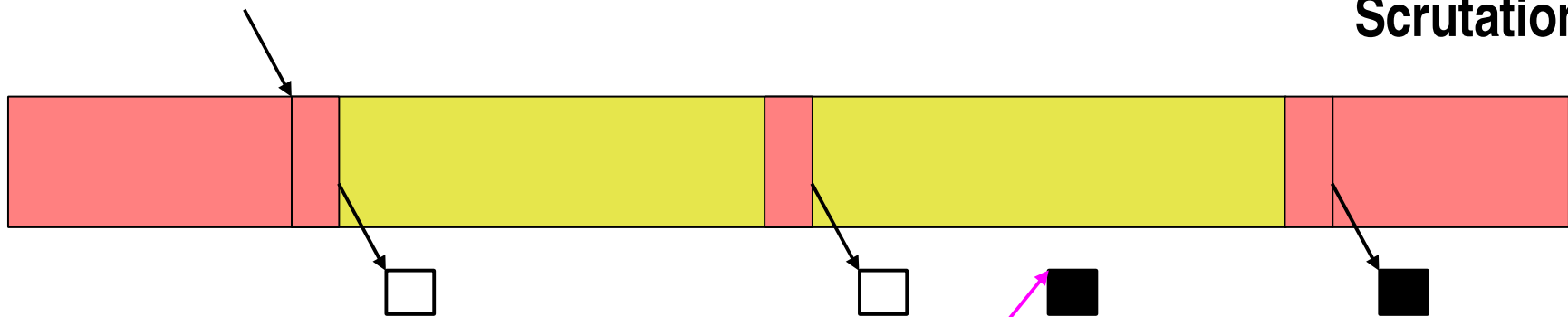




# Détection des événements : 2 mécanismes

Attente des données

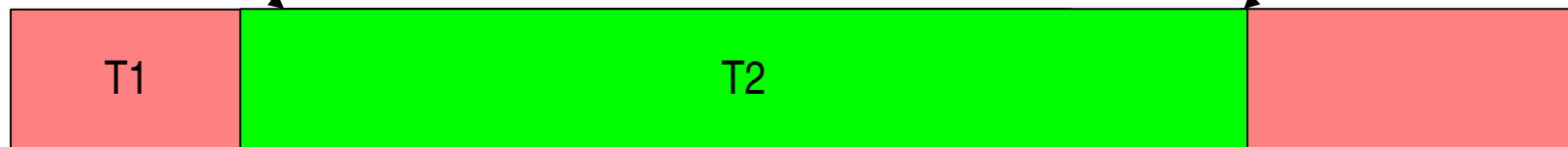
**Scrutation**



Arrivée des données

Attente des données

Détection couche basse

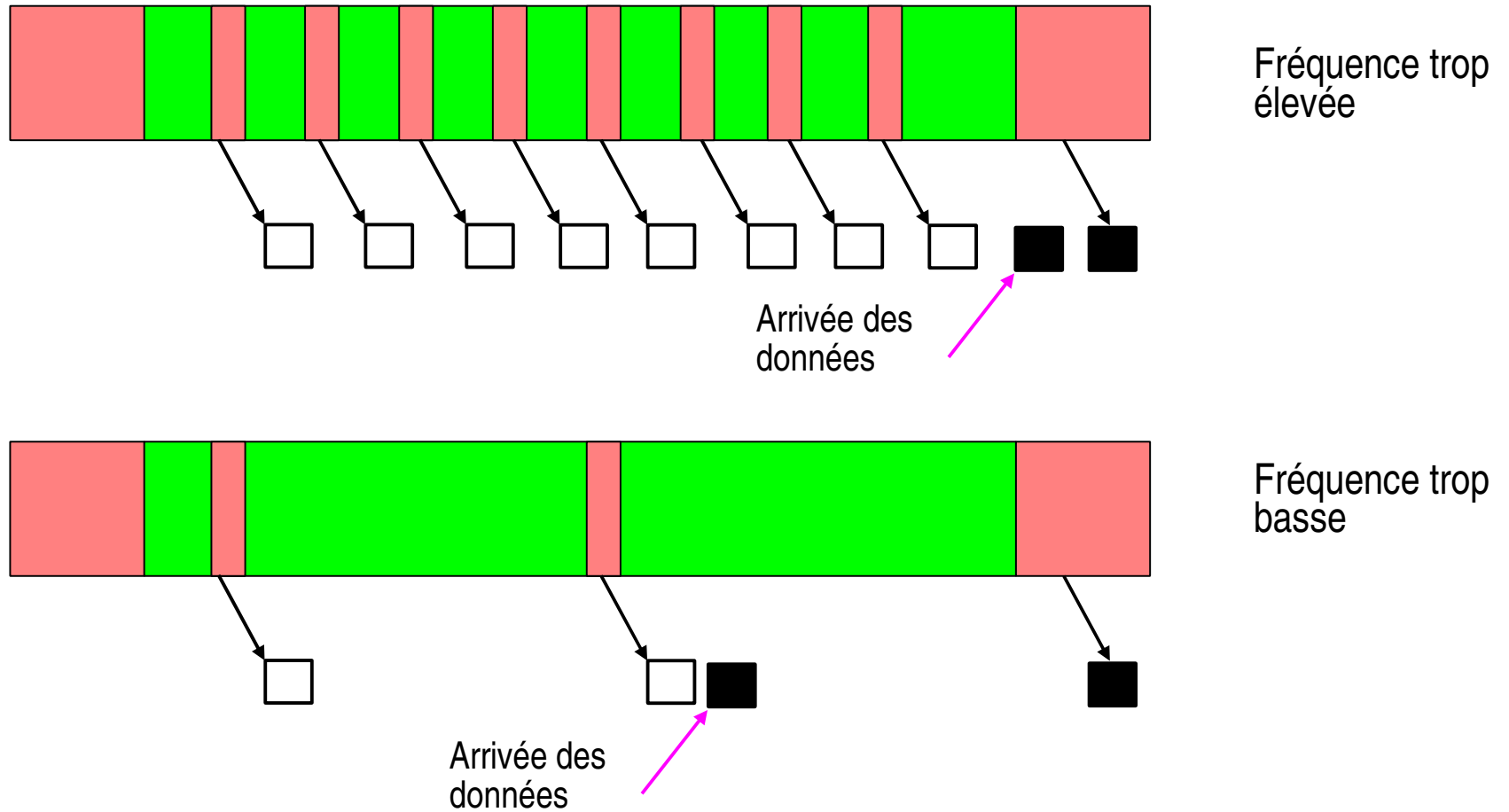


Arrivée des données

**Interruption**



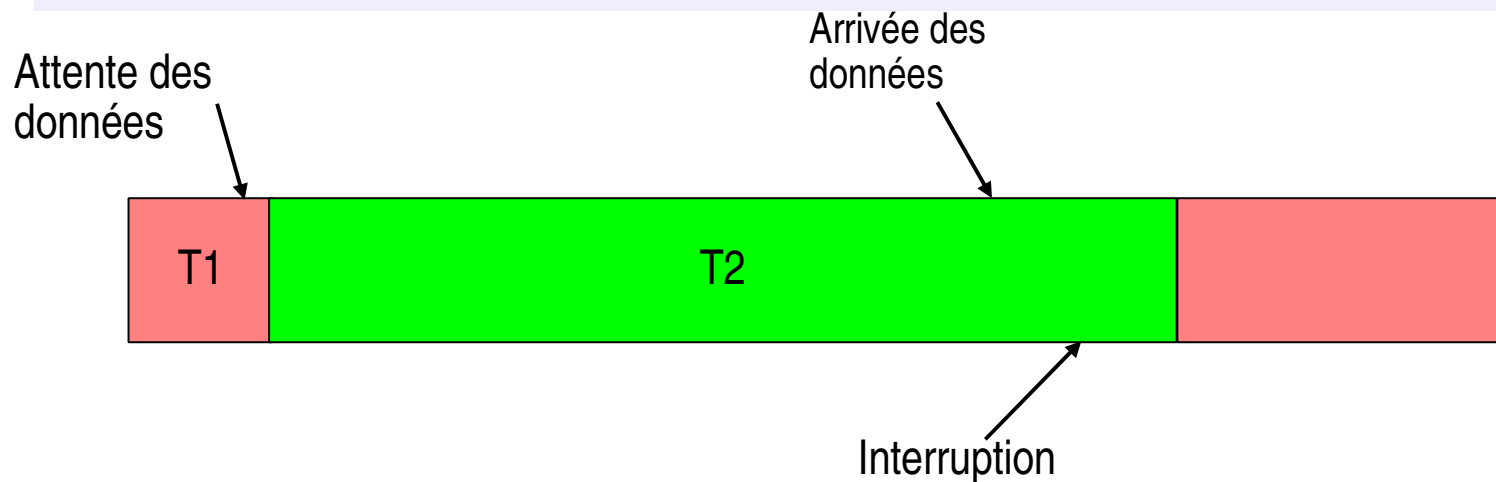
# Problème de scrutation





# Interruptions

- Interruption :
  - Interruption générée par la carte réseau
  - **Problème:**
  - Coût de l'interruption

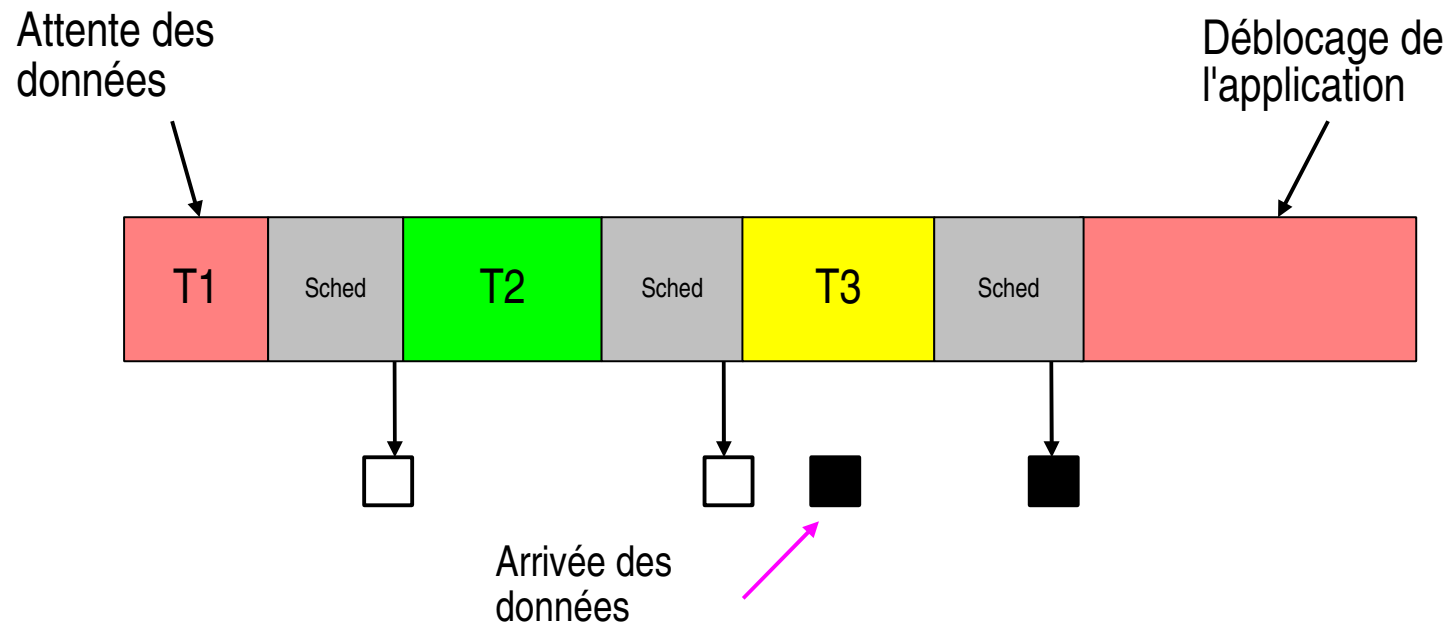




# Serveur d'événements

## Serveur d'événements (Danjean, 2004)

- Intégrer la scrutation à l'ordonnanceur
- Réactivité **bornée** à *quantum*
- Réactivité moyenne de *quantum / 2*

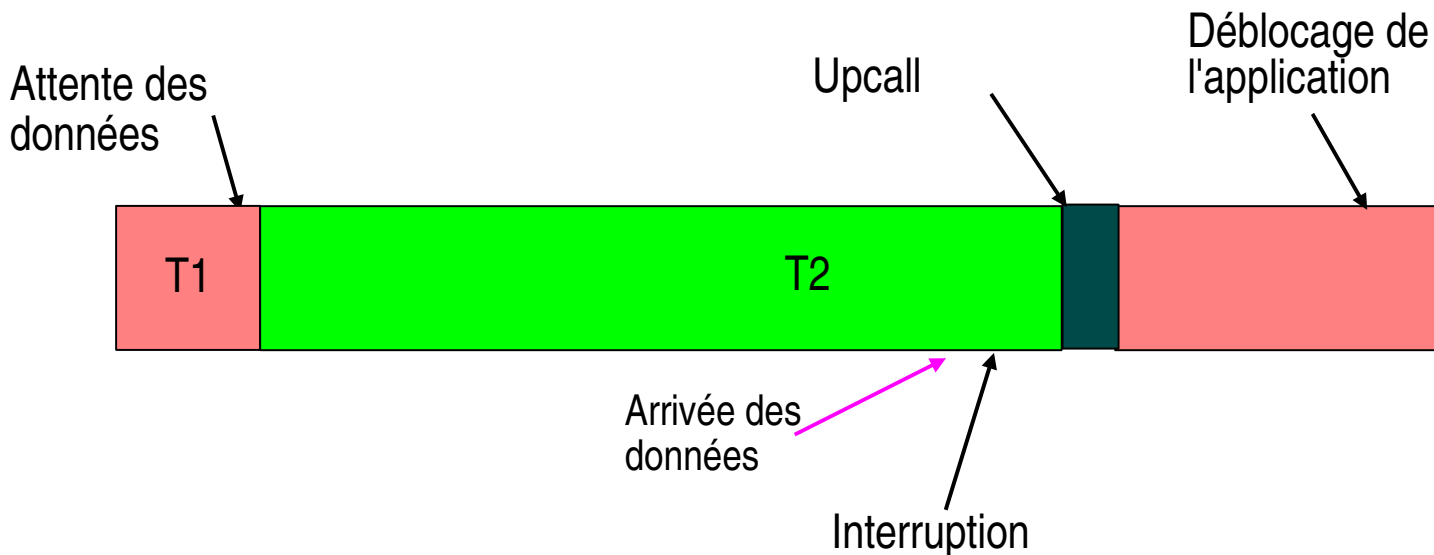




# Interruptions au niveau utilisateur : les Activations

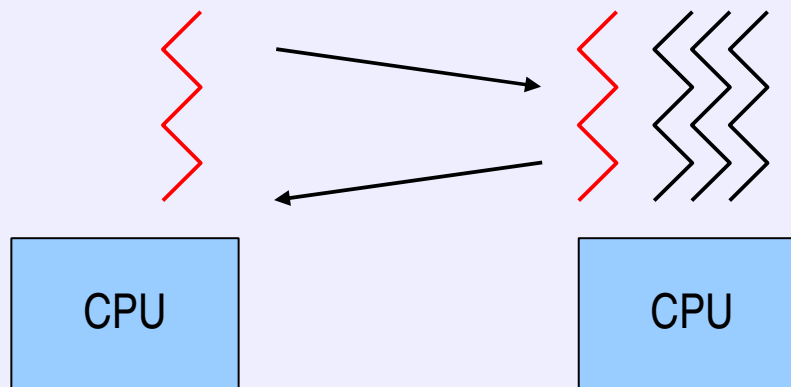
- Scheduler Activations (Anderson, 1990)

- Ne pas bloquer le thread noyau complet
- Utilisation d'*upcall* pour réveiller le thread bloqué
- Effondrement des temps de réaction quand le nombre de requêtes augmente
- **Nécessité une modification lourde du noyau**





# Ping Pong avec charge



Version de l'ordonnanceur	Nombre de threads de calcul				
	Aucun	1	2	5	10
Scrutation naïve (ms)	<b>0,13</b>	5	10	25	<b>50</b>
Serveur d'événements (ms)	<b>0,13</b>	4,84	4,84	5,47	<b>4,85</b>
Activations (ms)	<b>0,45</b>	0,45	0,45	0,45	<b>0,45</b>



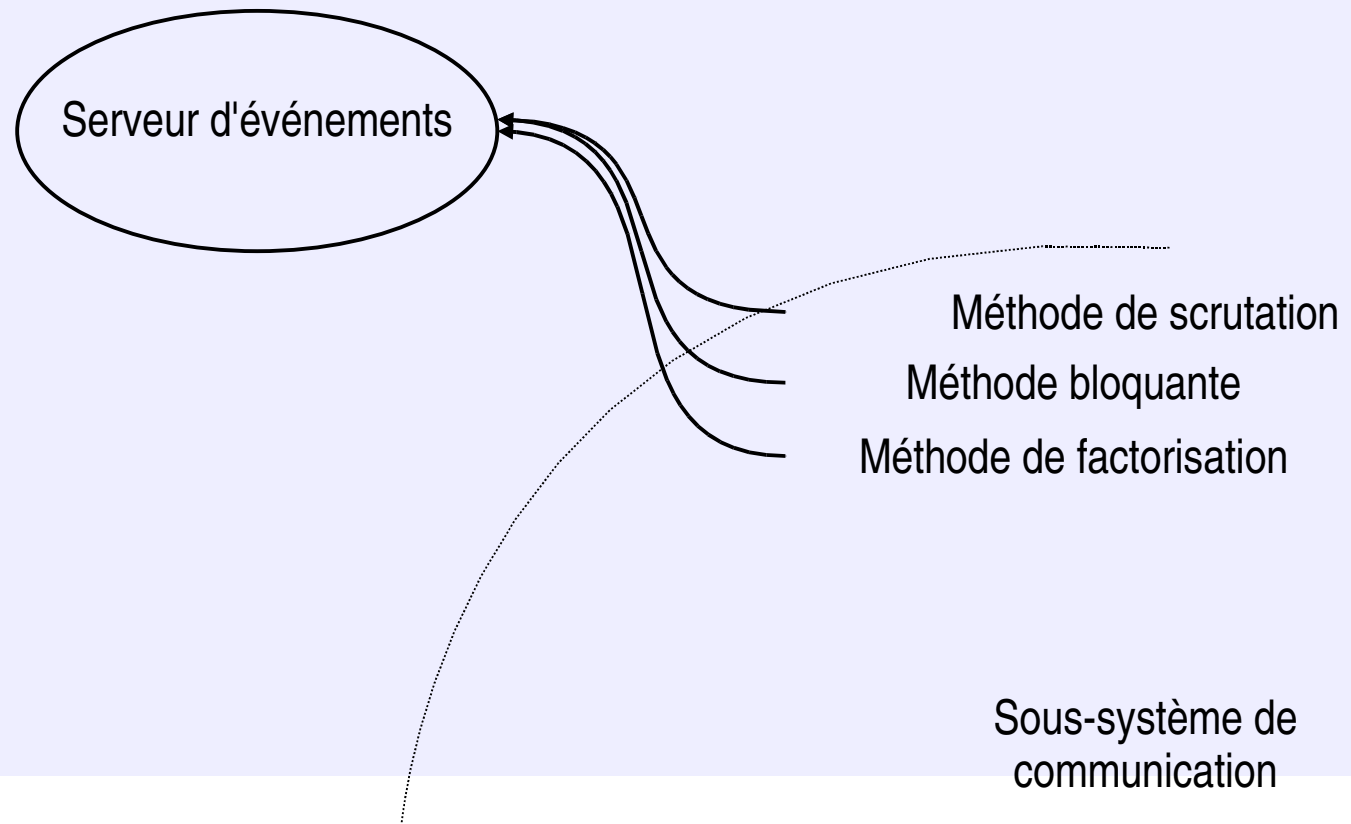
# Synthèse

- Utilisation « intelligente » de la scrutation et des interruptions
  - Utiliser la méthode la plus adaptée
  - Inspiré de Panda (Langendoen, 1996)
- Centralisation des requêtes
  - Inspiré du serveur d'événements de Danjean
- Factorisation de requêtes
  - Eviter les scrutations multiples



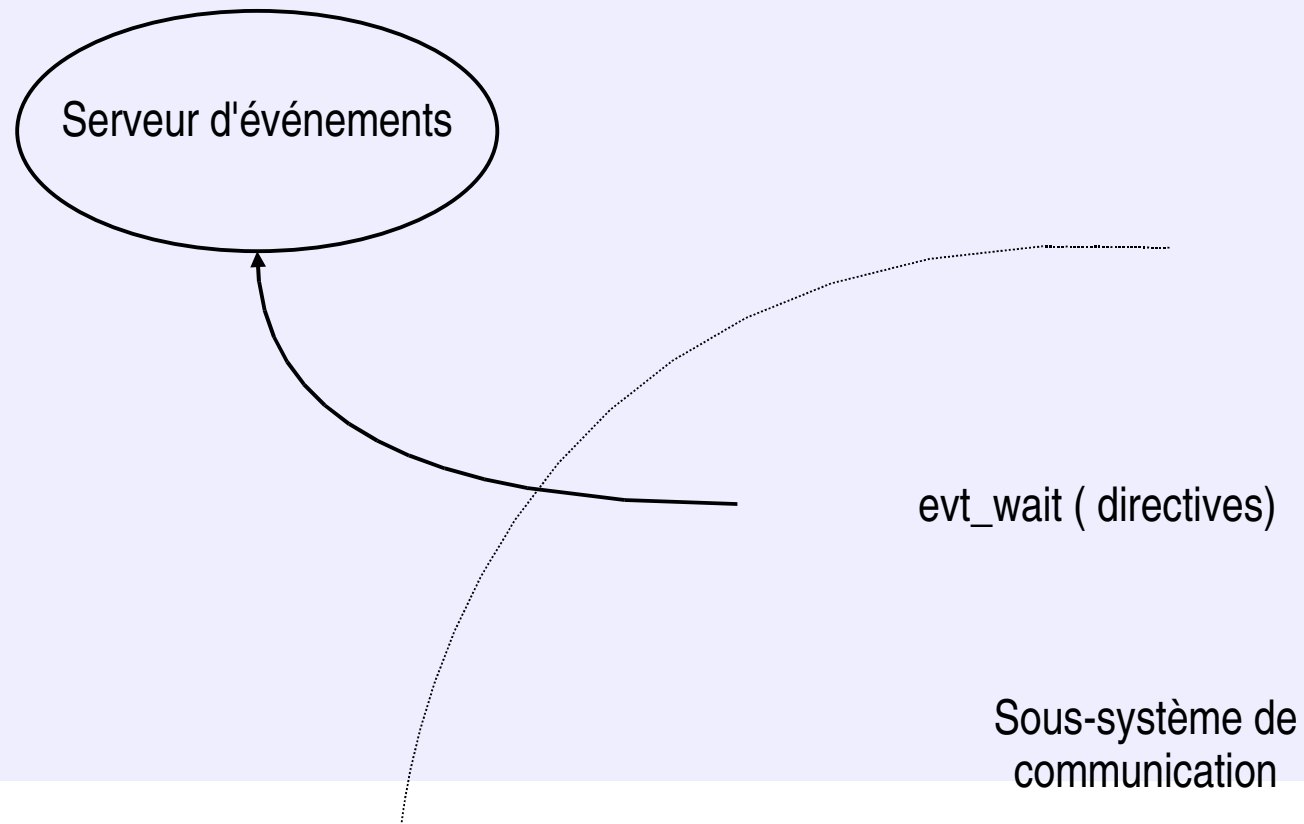


# Contribution : un serveur d'événements « intelligent »



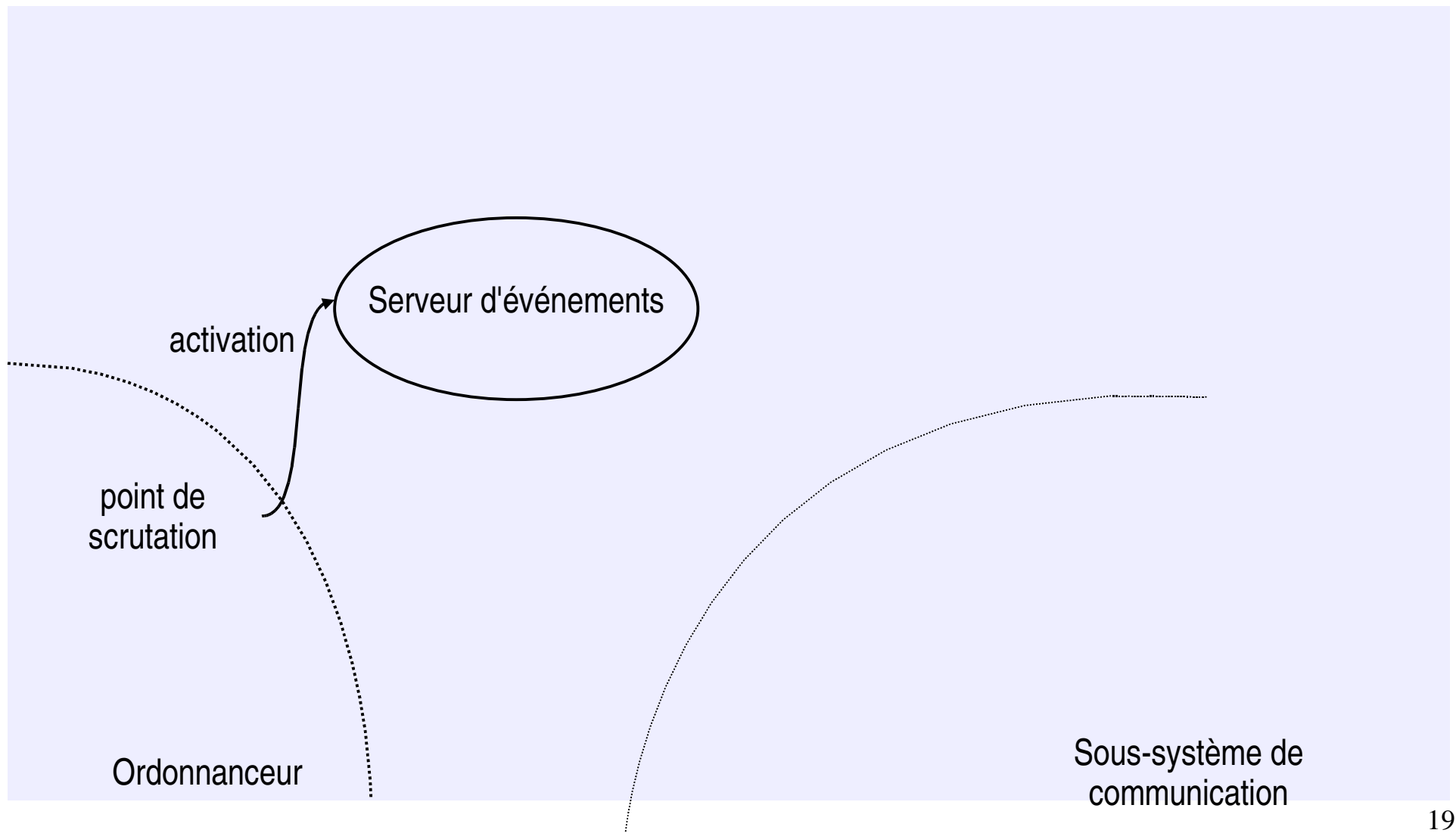


# Contribution : un serveur d'événements « intelligent »



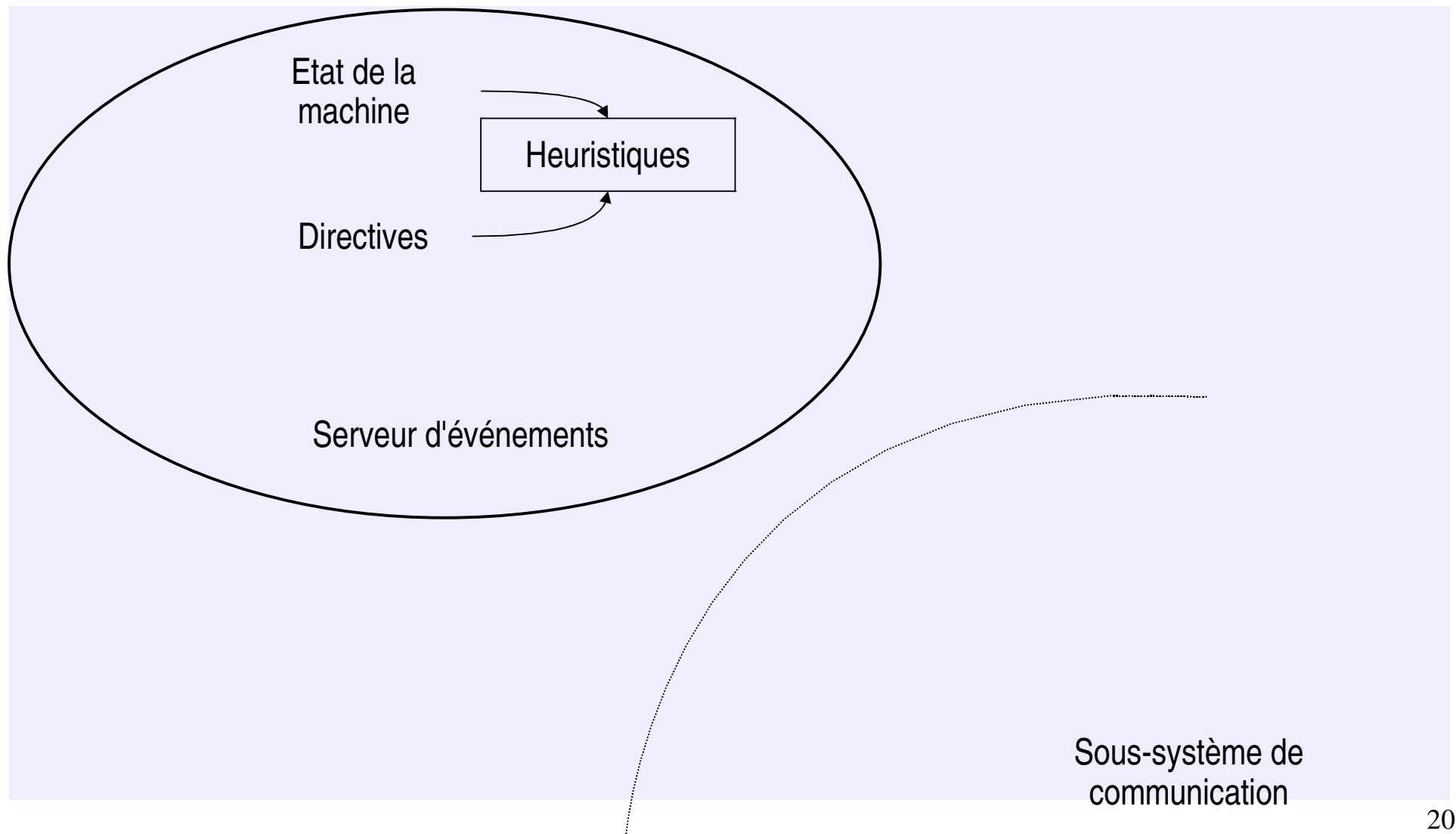


# Contribution : un serveur d'événements « intelligent »





# Contribution : un serveur d'événements « intelligent »





# Implémentation

- **Intégration dans la suite logicielle PM2**
  - Madeleine : bibliothèque de communication
  - Marcel : bibliothèque de threads
  - PadicoTM : environnement de communication pour les grilles
- **Implémentation d'un appel bloquant adapté aux threads utilisateurs**
- **Reste à rendre le serveur d'événements « intelligent »**

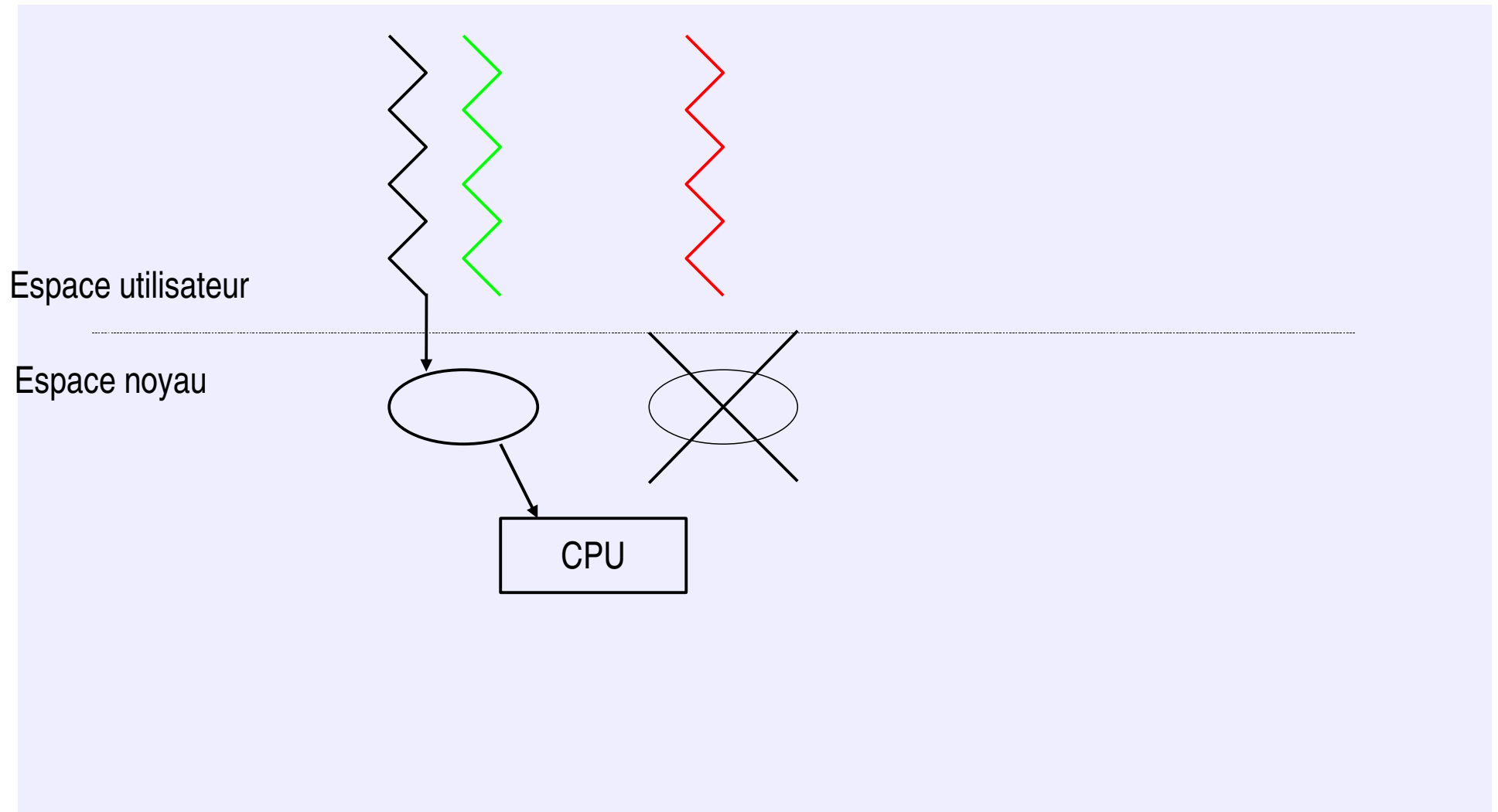


# Gestion des appels bloquants

- Problème le plus important rencontré
- Appels bloquants et multithreading de niveau utilisateur
  - Un appel bloquant suspend le thread noyau sous-jacent
- Méthode proposée :
  - Isolation des appels bloquants sur un autre thread noyau
    - Conserve la réactivité des appels bloquants
    - Conserve la légèreté de la scrutation

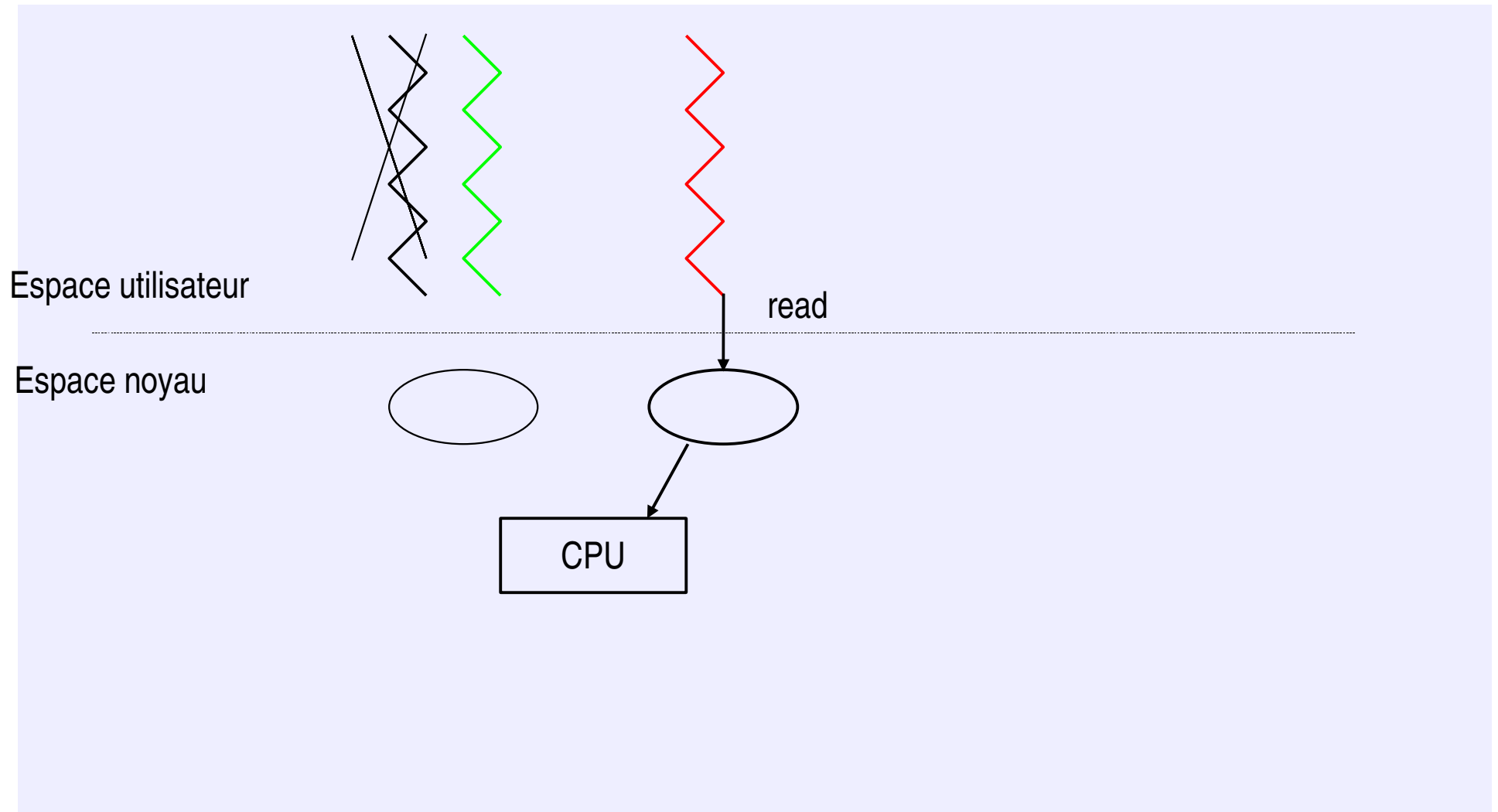


# Demande de réception





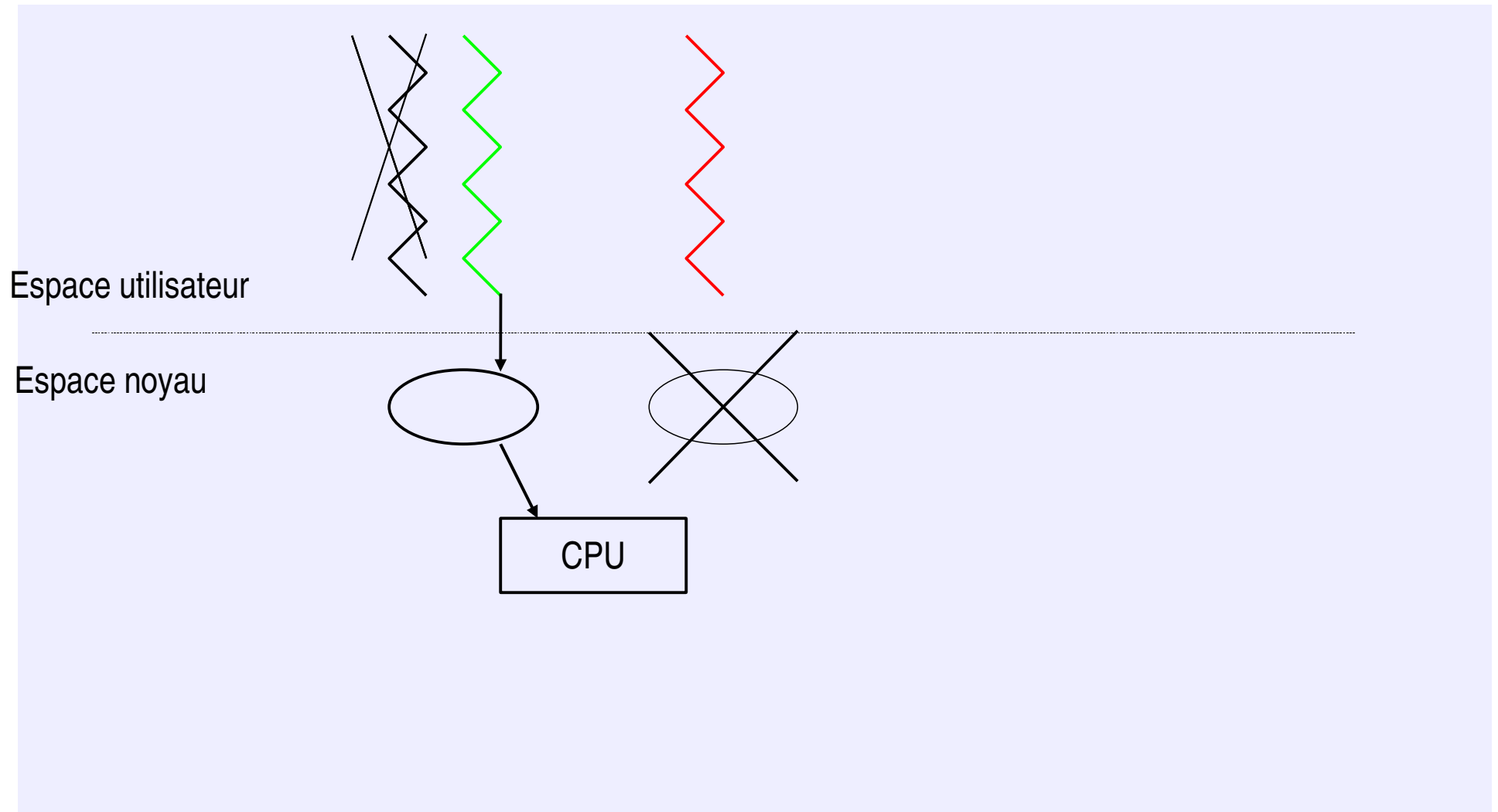
# Appel système déporté





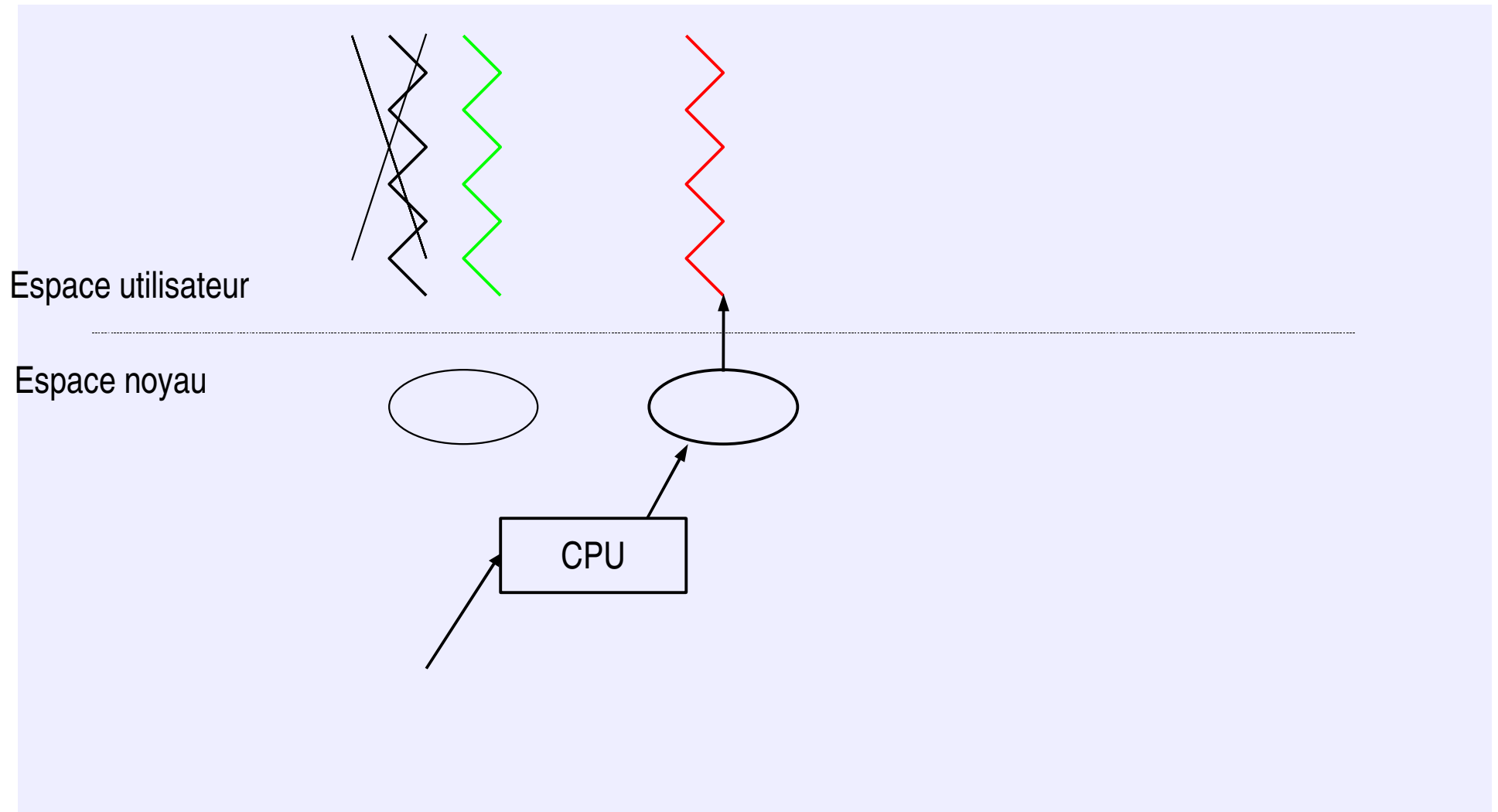


# Retour au thread de calcul



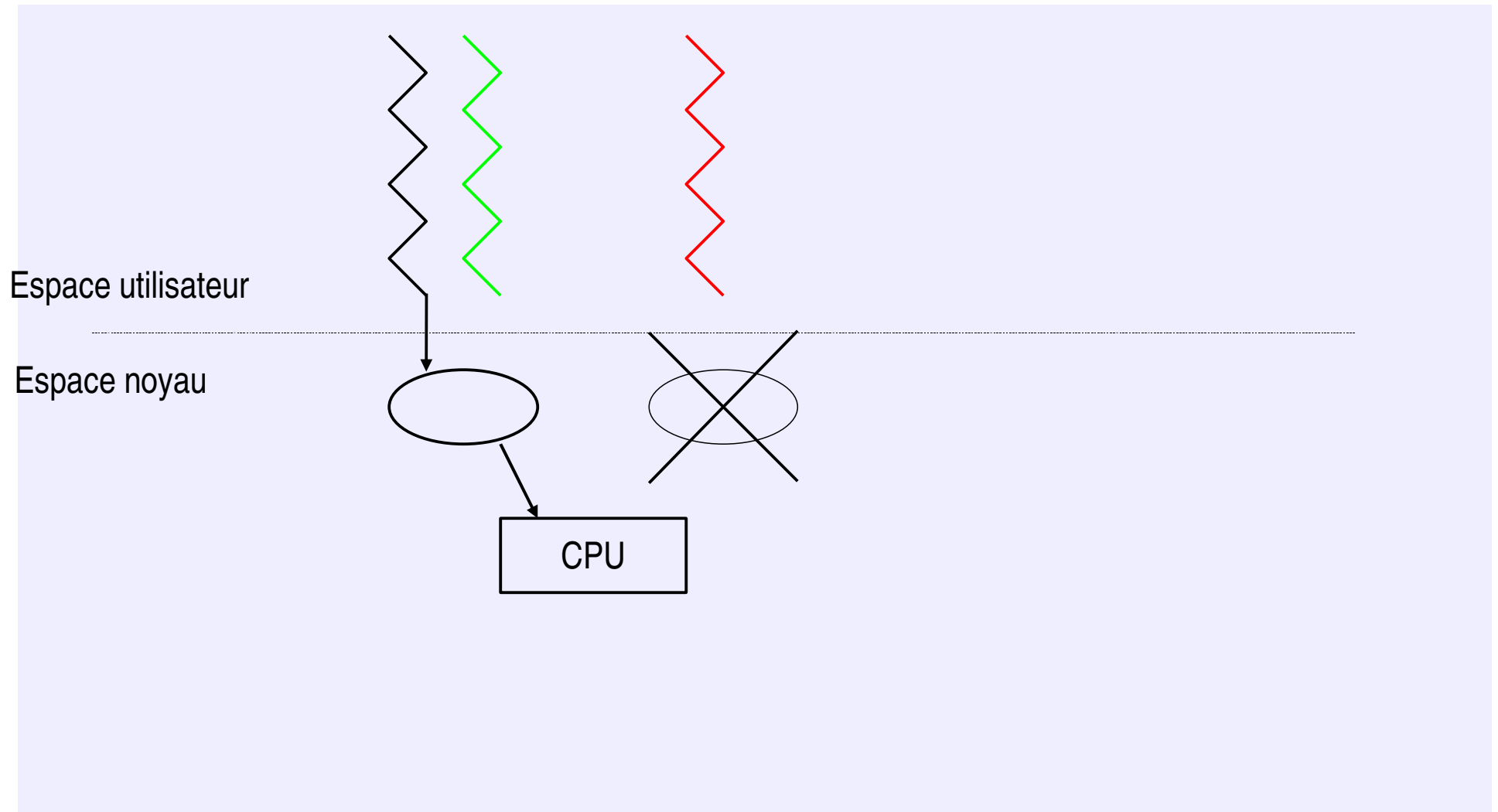


# Arrivée de la communication





# Retour au thread utilisateur





# Evaluation

- Environnement de test :
  - Machines NUMA (4 cores à 1,8 Ghz)
  - TCP/GigaEthernet 1Gb/s
- Ping pong sur des machines chargées



# Réactivité / nombre de threads

Méthode utilisée	Nombre de threads de calcul			
	0	1	2	3
Scrutation naïve (ms)	0,04	5,0	10,0	15,0
Serveur d'événements (ms)	0,04	5,5	5,5	5,5
Appel système déporté (ms)	0,05	0,05	0,05	0,05



# Surcoût de l'exportation

- Surcoût recouvrable (au pire cas) :  $6 \mu\text{s}$ 
  - Réveil du thread de communication
- Surcoût non recouvrable (au pire cas) :  $< 9 \mu\text{s}$ 
  - Déblocage du thread utilisateur
  - Mise en attente du thread de communication



# Conclusion

- **Travail réalisé**

- Etude des schémas de communication
- Généralisation des travaux précédents (Panda, Serveur d'événements)
- Elaboration d'un serveur d'événements "intelligent"

- **Perspectives**

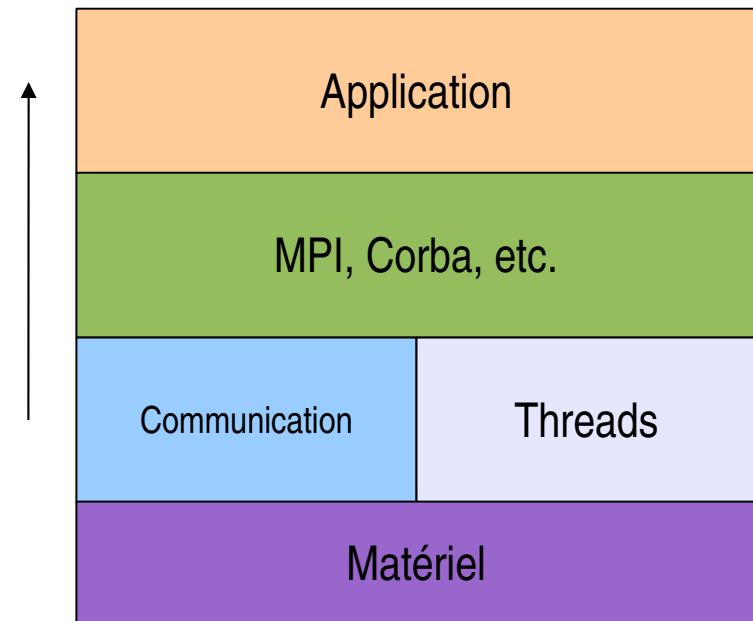
- Migration de threads
- Mise en place du serveur d'événements
- Réactivité du système entier



# Et après la réception ?

- Comment transmettre l'information jusqu'au thread applicatif ?

- Nombreux threads impliqués
- Threads de calcul perturbateurs
- Problème de réentrance







# Décomposition d'un ping pong

