



# MoSAIC Évaluation

---

Évaluation de la sûreté de fonctionnement  
d'un système de sauvegarde coopérative  
pour dispositifs mobiles

OSSAMA HAMOUDA





## PLAN DE LA PRÉSENTATION

---

- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion



## OBJECTIFS

---

# Modélisation de la sûreté de fonctionnement du système de sauvegarde coopérative

### •Objectifs

•Modélisation  
du système  
MoSAIC

•Résultats et  
études de  
sensibilité

•Conclusion

- **caractériser la disponibilité des données  
obtenues avec l'architecture MoSAIC**

- **évaluer l'amélioration en termes de  
Disponibilité / Confidentialité des données  
par rapport à un système de sauvegarde  
sans MoSAIC**



# SOLUTIONS EXPLORÉES

---

- **Fragmentation** des données à sauvegarder  
→ **Redondance** → **Dissémination**  
Disponibilité, Confidentialité

## • Objectifs

- Modélisation du système MoSAIC
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion

- Code d'effacement (  $n$  ,  $k$  )

Nombre de fragments produits par le Codes d'effacement

Le nombre de fragments nécessaires pour reconstituer la donnée d'origine

- On tolère  $(n-k)$  défaillances pour un coût de stockage de  $n/k$
- Quand  $k = 1$ , n'importe quel fragment est suffisant pour récupérer la donnée d'origine (duplication simple)



# HYPOTHÈSES DU SYSTÈME

---

## ☐ Trois processus de base

- le *processus de rencontre* d'un contributeur par le propriétaire de données
- le *processus de connexion à Internet* de chaque participant
- le *processus de défaillance des participants*

•Objectifs

## •Modélisation du système MoSAIC

•Résultats et  
études de  
sensibilité

•Conclusion

## ☐ Distributions exponentielles

## ☐ Interactions entre pairs et accès à Internet

- Le propriétaire envoie un fragment de données à chaque contributeur et chaque contributeur accepte sans réserve
- Les transferts de données sont instantanés
- Un fragment est dit « sûr » dès qu'il atteint Internet



# MESURES QUANTITATIVES

---

Le modèle de sûreté de fonctionnement peut servir à évaluer analytiquement :

- la probabilité asymptotique que les données soient mises en sécurité (la **disponibilité des données**).

•Objectifs

•**Modélisation**  
**du système**  
**MoSAIC**

•Résultats et études de sensibilité

•Conclusion

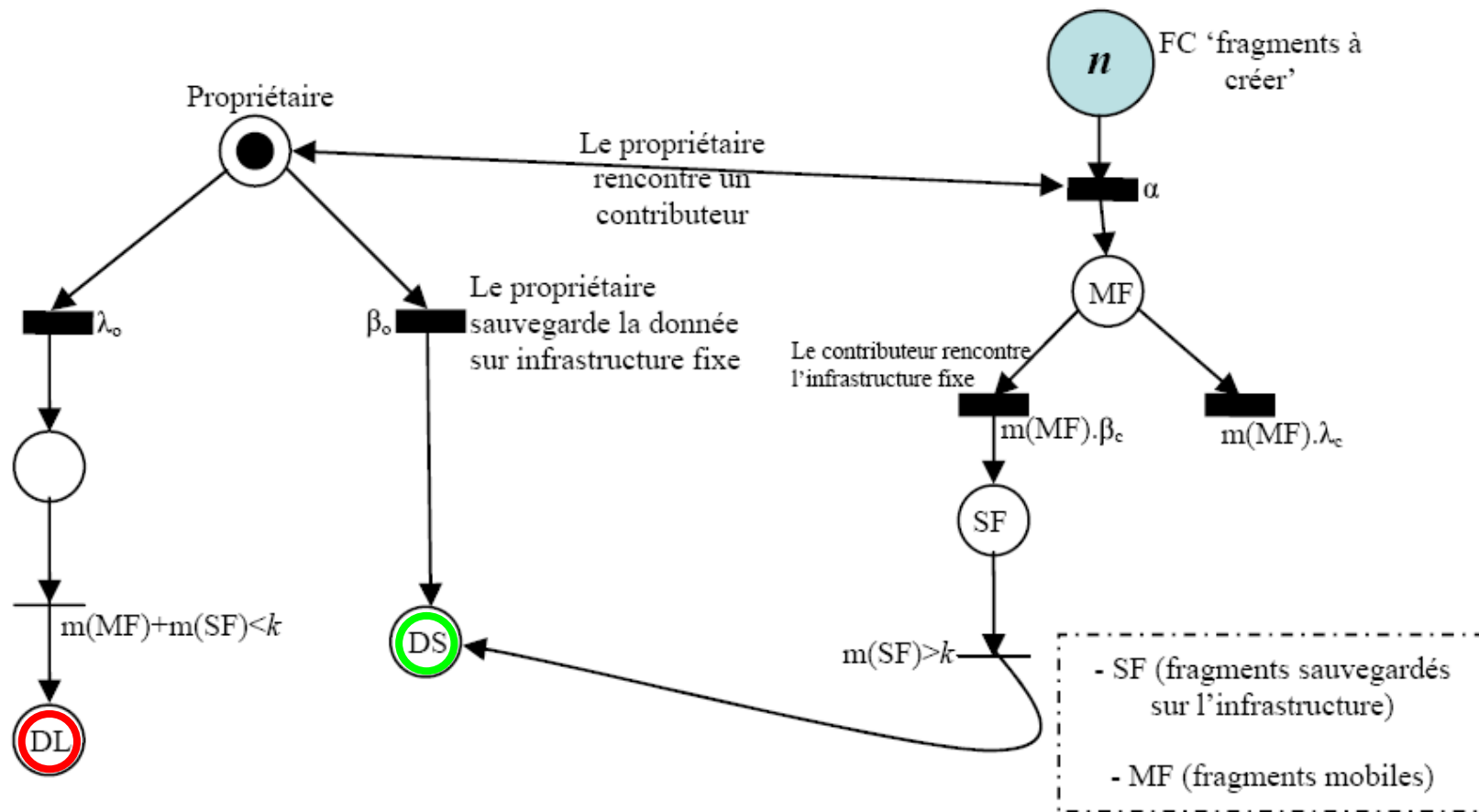
- $PL(n,k) \rightarrow$  la probabilité que les données du propriétaire soient perdues (**indisponibilité des données**)
- $PL_{ref} \rightarrow$  la probabilité de perte de données dans le cas d'un schéma de sauvegarde classique (sans MoSAIC)
- $IPL(n,k) \rightarrow$  le taux d'amélioration (le rapport)

$$IPL(n,k) = \left( \frac{PL_{ref}}{PL(n,k)} \right)$$



# MODÉLISATION UTILISANT LES RÉSEAUX DE PETRI STOCHASTIQUES GÉNÉRALISÉS (GSPN)

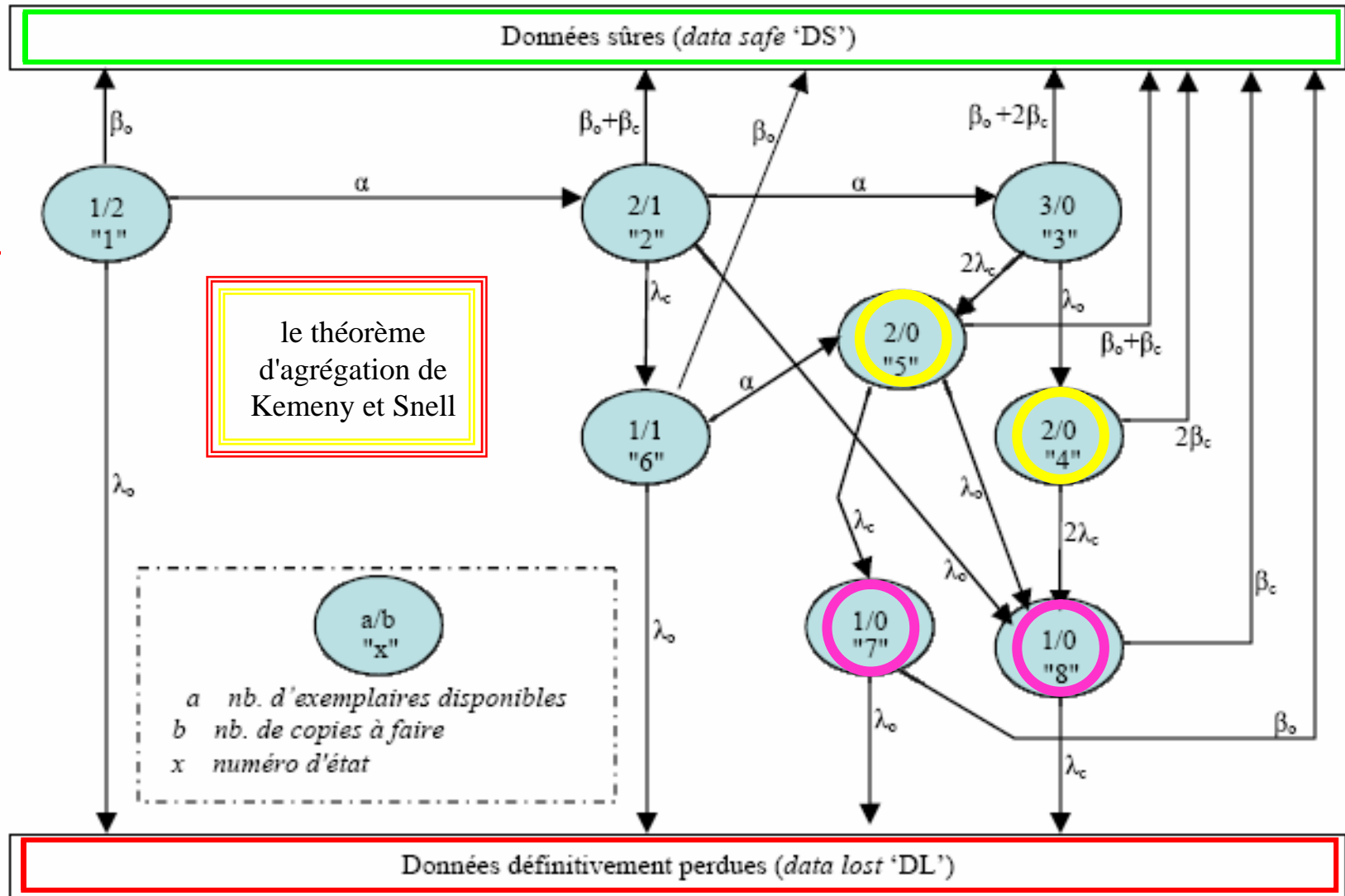
- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion





# Modélisation utilisant chaînes de Markov ( $n=2, k=1, \beta_o \neq \beta_c, \text{ et } \lambda_o \neq \lambda_c$ )

- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion

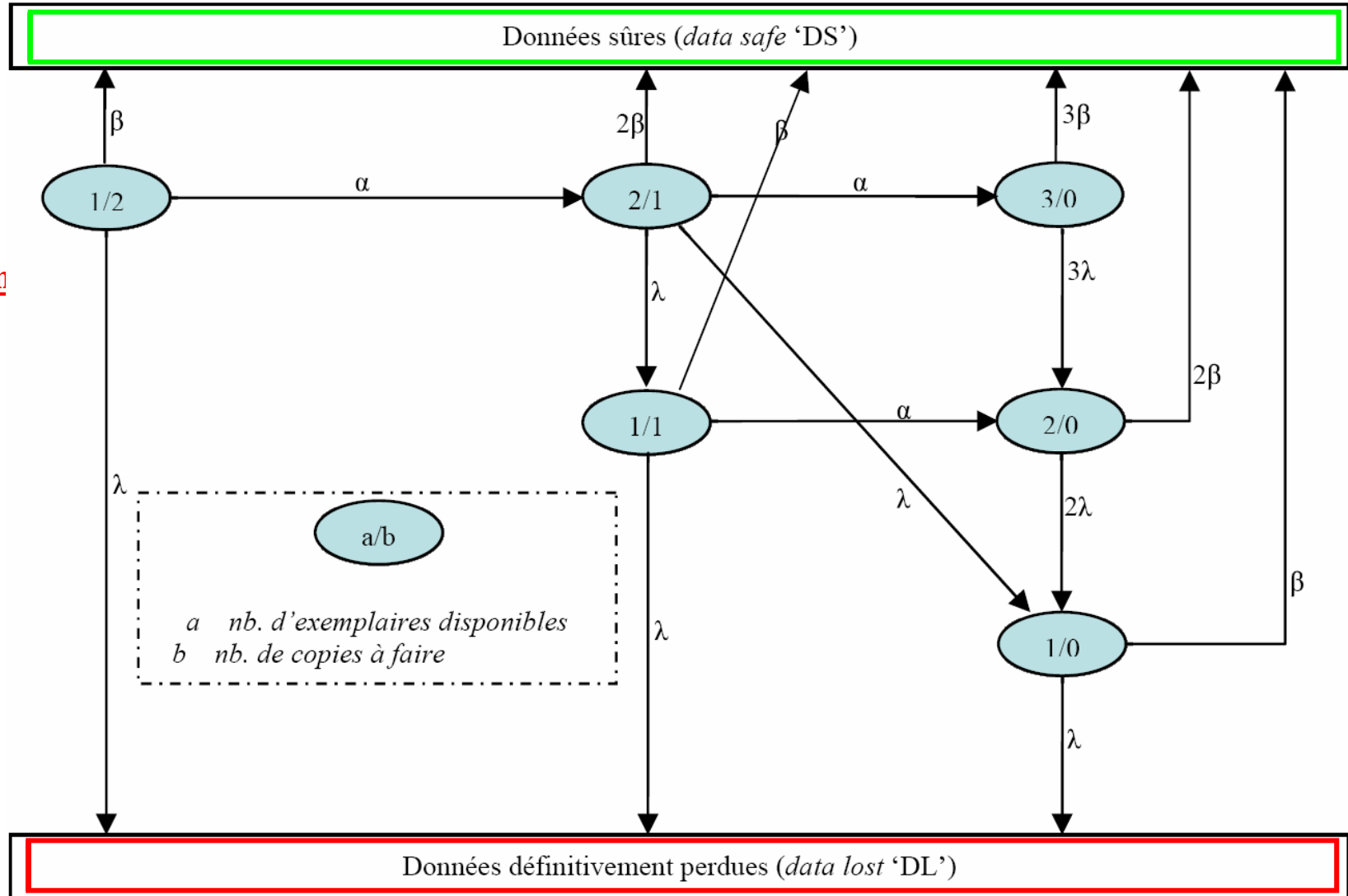






# Modélisation utilisant chaînes de Markov ( $n=2, k=1, \beta_0 = \beta_c$ , et $\lambda_0 = \lambda_c$ )

- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion





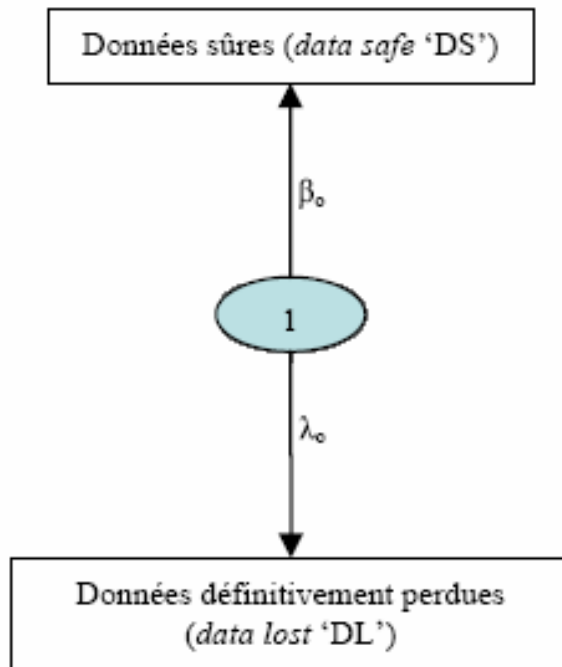
# TRAITEMENT DES MODÈLES

$$PL(n, k) = \sum_{\text{Chemins de l'état initial à l'état DL}} \frac{\prod \text{Taux de transition du chemin}}{\prod \lambda_{ii, i \in \text{ensemble des états du chemin } i \neq \text{état DL}}}$$

- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**

Où,  $\lambda_{ii} = \sum \lambda_{ij}$   
 $j$  état atteignable à partir de  $i$   
 en une transition

- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion



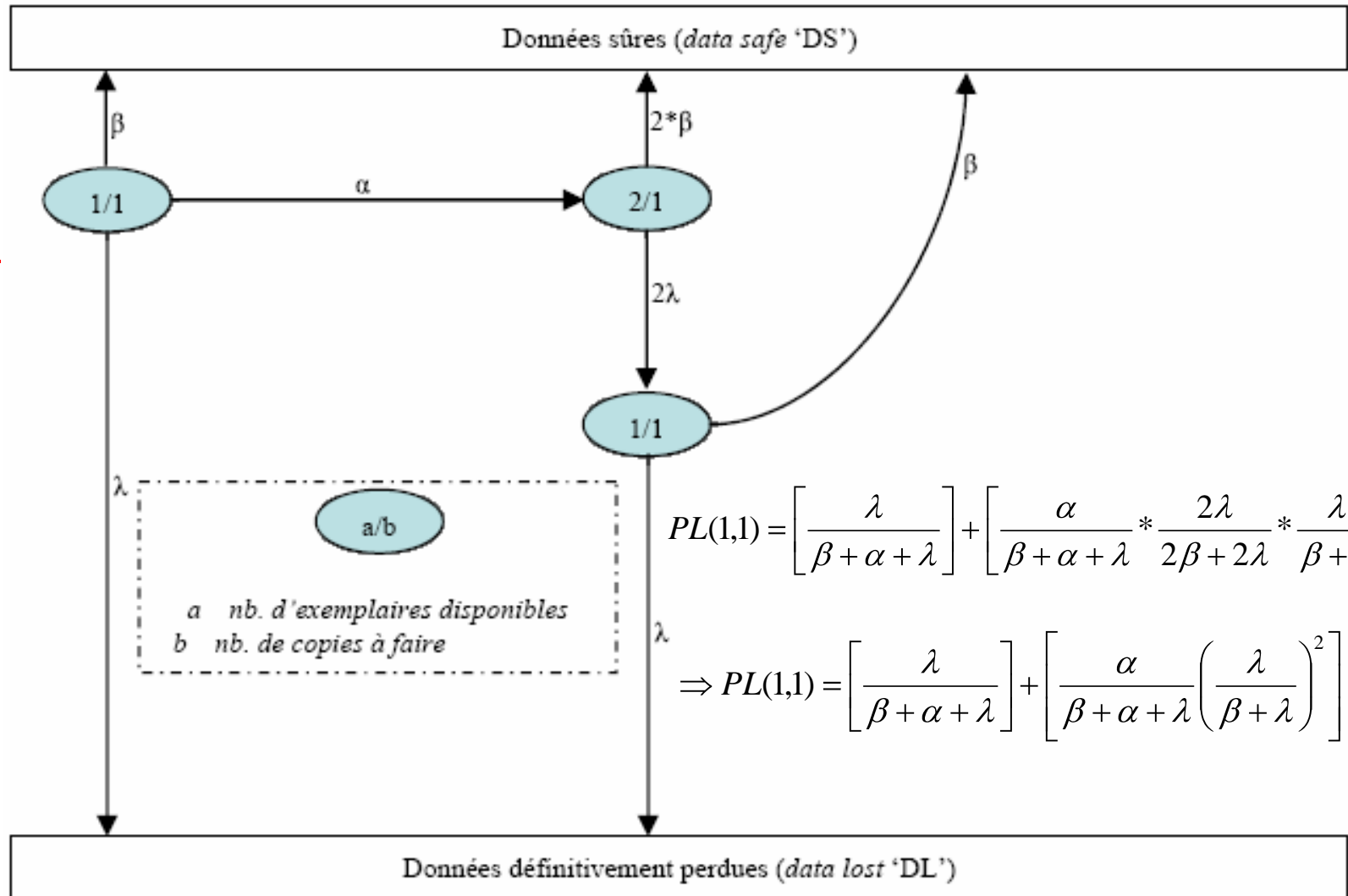
$$PL_{ref} = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \beta_0}$$

← Système classique sans MoSAIC



# Modélisation utilisant chaînes de Markov ( $n=1, k=1, \beta_o = \beta_c$ , et $\lambda_o = \lambda_c$ )

- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion





# ÉTUDE DE CAS LIMITE

---

•Objectifs

•Modélisation  
du système  
MoSAIC

•Résultats et  
études de  
sensibilité

•Conclusion

- $(\alpha / \beta > 1)$  est une hypothèse de base de MoSAIC
  - Un cas limite intéressant est  $(\alpha/\beta \rightarrow \infty)$
- $(\beta / \lambda > 1)$ : l'hypothèse contraire qui implique que la fréquence d'occurrence de défaillances est plus élevée que la fréquence de connexion à Internet ne semble pas réaliste



## Les valeurs limites de IPL quand ( $\alpha/\beta \rightarrow \infty$ )

- Objectifs
- **Modélisation du système MoSAIC**
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion

$n$	$k$	$IPL(n,k)$
<b>1</b>	<b>1</b>	$IPL(1,1) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right)$
<b>2</b>	<b>2</b>	$IPL(2,2) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right) \left\{ 1 + \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right\}^{-1}$
<b>3</b>	<b>2</b>	$IPL(3,2) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right)^2 \left\{ 1 + \frac{7}{4} \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right\}^{-1}$
<b>3</b>	<b>3</b>	$IPL(3,3) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right) \left\{ 1 + \frac{\beta}{\beta + \lambda} + \left( \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right)^2 \right\}^{-1}$
<b>4</b>	<b>2</b>	$IPL(4,2) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right)^3 \left\{ 1 + 3 \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right\}^{-1}$
<b>4</b>	<b>4</b>	$IPL(4,4) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right) \left\{ 1 + \frac{\beta}{\beta + \lambda} + \left( \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right)^3 \right\}^{-1}$
<b>5</b>	<b>2</b>	$IPL(5,2) = \left( \frac{\lambda + \beta}{\lambda} \right)^4 \left\{ 1 + \frac{21}{6} \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right\}^{-1}$
<b><math>n=k</math></b>		$\Rightarrow IPL(n,n) = \left( 1 - \left( \frac{\beta}{\beta + \lambda} \right)^n \right)^{-1} = \frac{(\beta + \lambda)^n}{(\beta + \lambda)^n - \beta^n}$



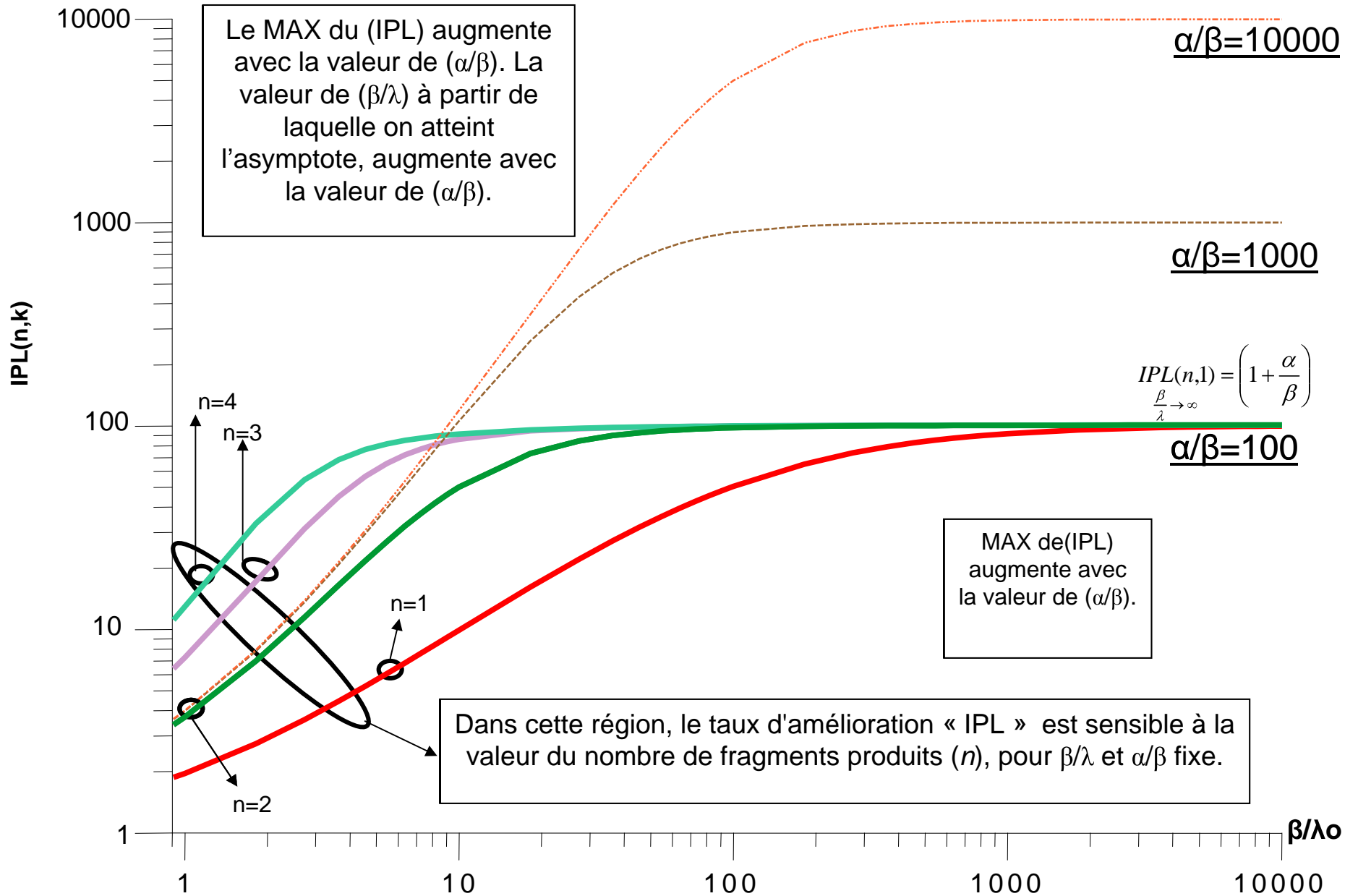
# RÉSULTATS ET ÉTUDES DE SENSIBILITÉ

---

## L'influence des paramètres du système sur la disponibilité / confidentialité des données et l'amélioration

- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
  - Influence du nombre de fragments  $n$  produits par le code d'effacement
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion
  - Influence du taux  $\alpha/\beta$
  - Influence de nombre de fragments  $k$  nécessaires pour reconstituer la donnée d'origine
  - Influence du taux  $n/k$  (le coût de stockage des données)

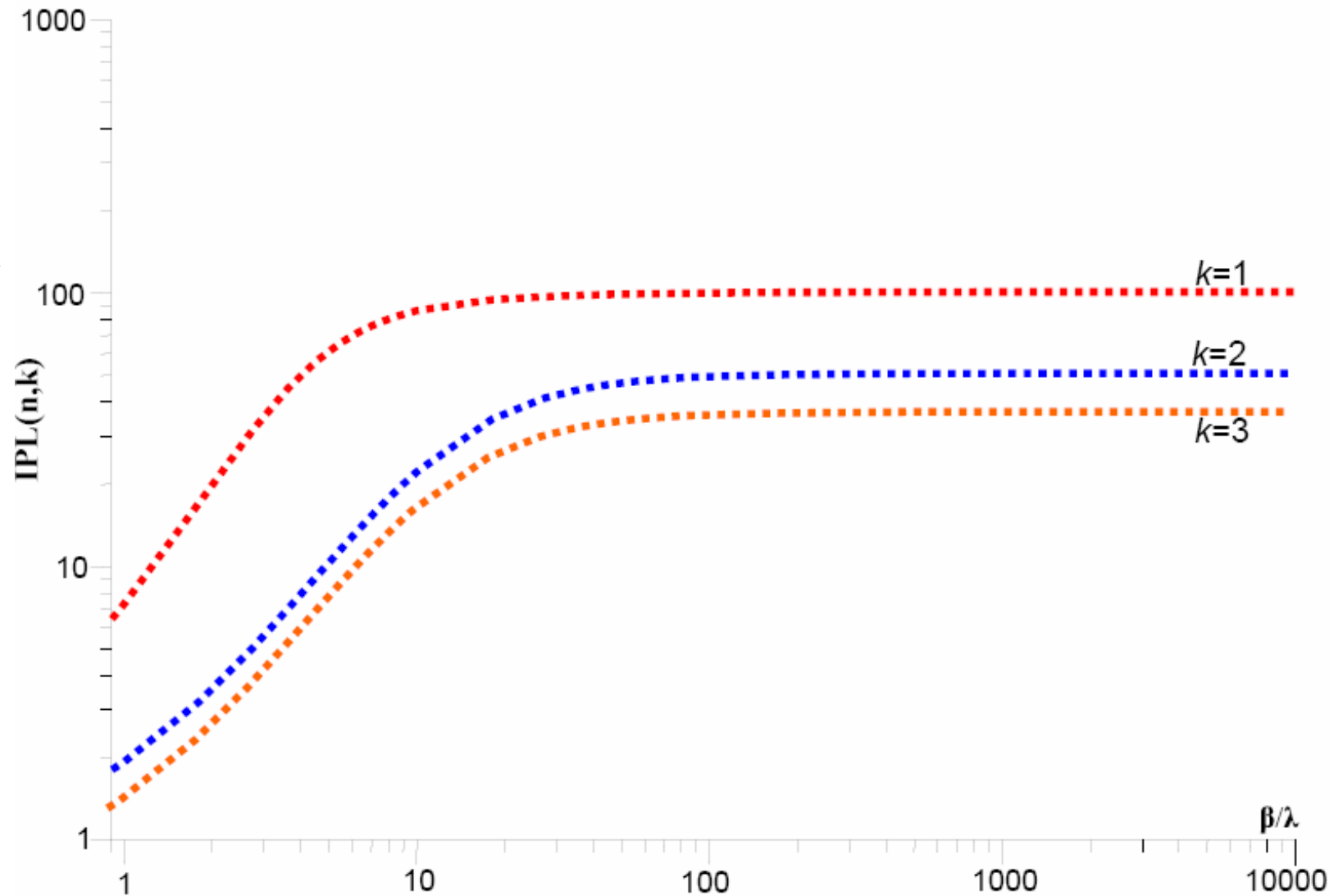
## Variation de IPL en fonction de n et $\alpha/\beta$ , k=1





## INFLUENCE DE $k$ SUR L'AMÉLIORATION, $\alpha/\beta = 100$ , et $n=3$

- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- **Résultats et études de sensibilité**
- Conclusion

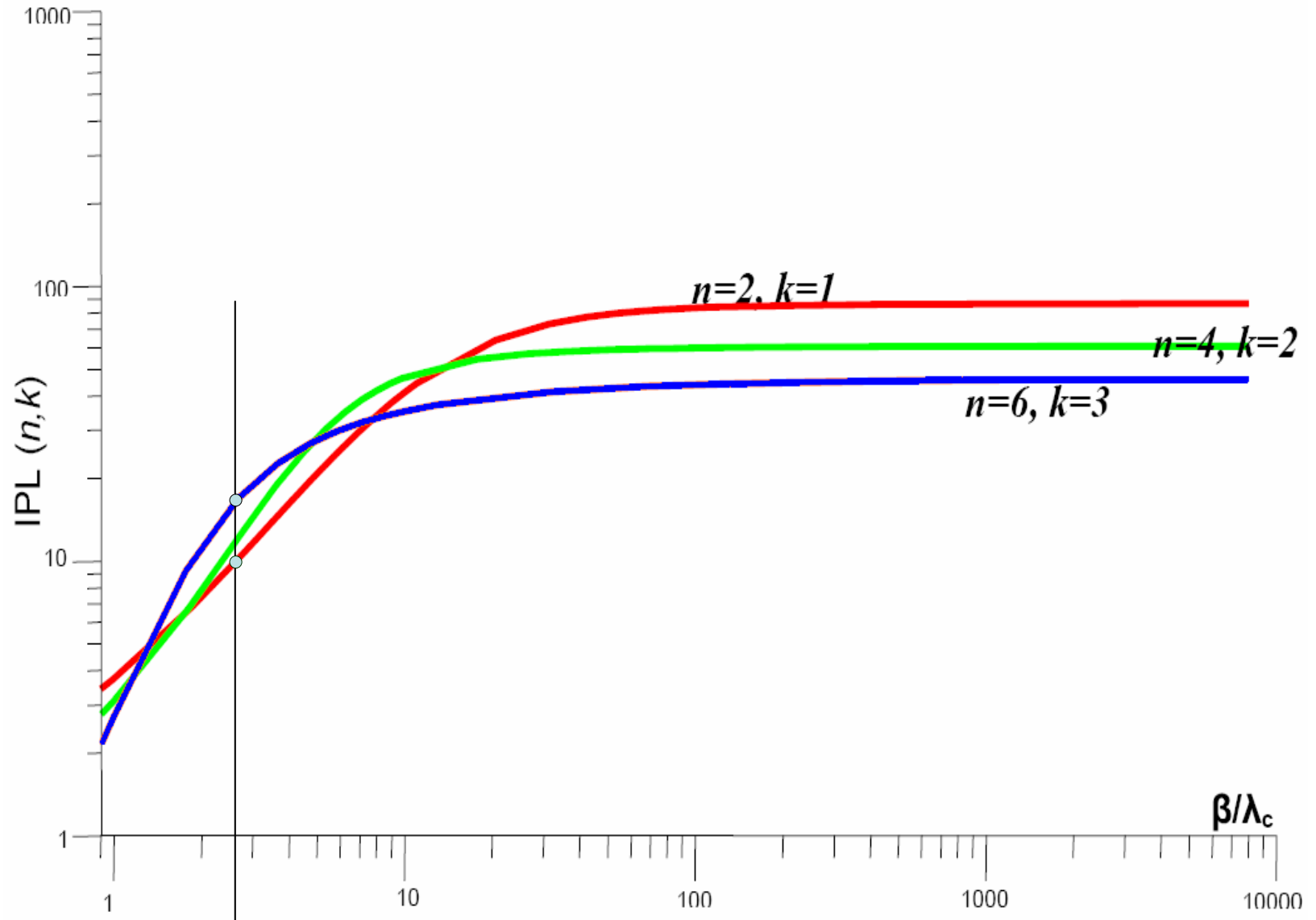






# INFLUENCE DE $n/k=2$ SUR LE CONTEXTE MoSAIC, $\alpha/\beta = 100$

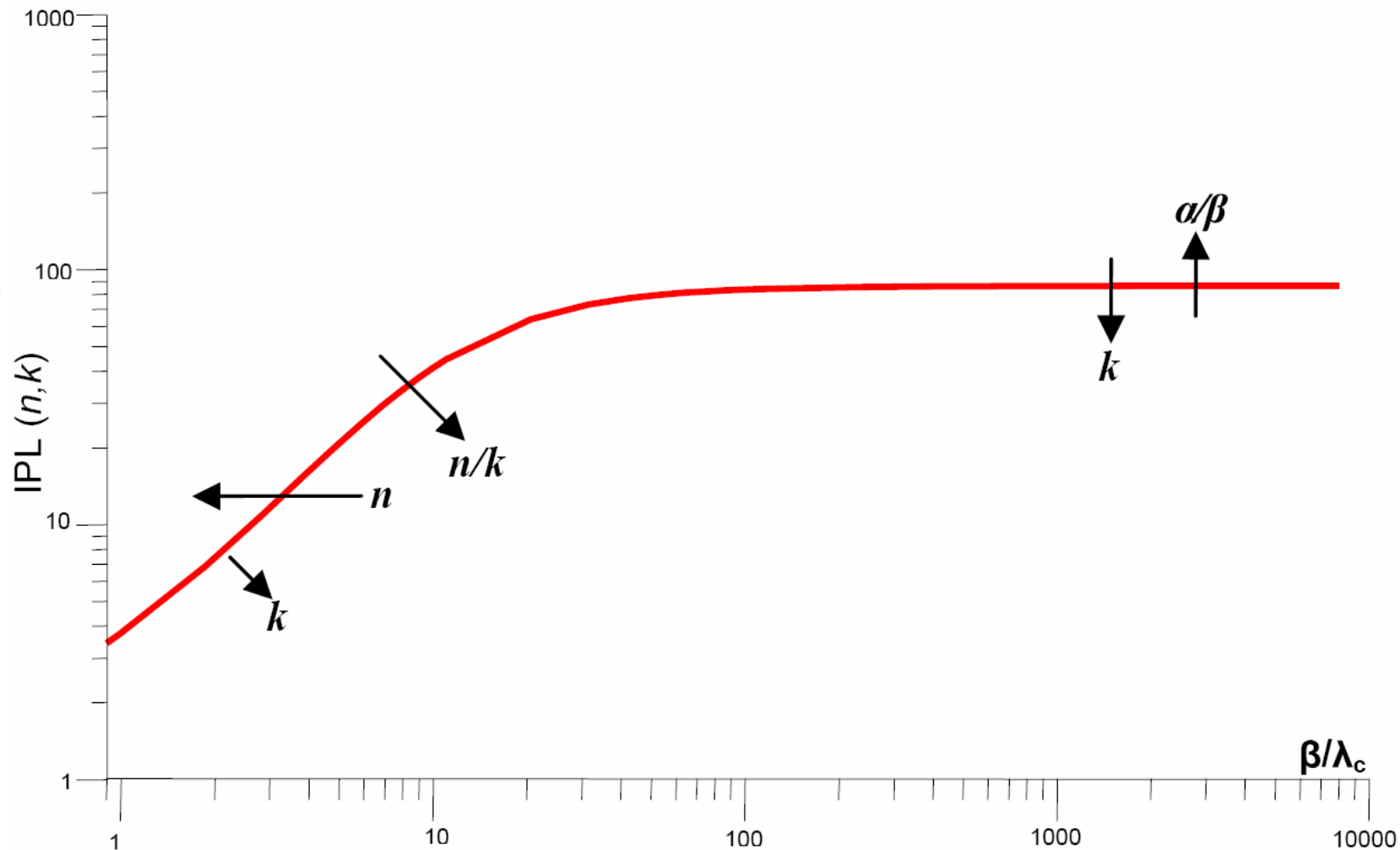
- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- **Résultats et études de sensibilité**
- Conclusion





# SYNTHÈSE

- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- **Résultats et études de sensibilité**
- Conclusion





# CONCLUSION

---

- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- Résultats et études de sensibilité
- Conclusion**

- Développement de modèles permettant d'évaluer la sûreté de fonctionnement d'un système de sauvegarde coopérative entre dispositifs mobiles communicants
- Evaluation analytique de la disponibilité des données offerte par un tel service de sauvegarde
- Etudes de sensibilité pour analyser l'impact des paramètres du système
  - taux de rencontre dans le domaine ad-hoc
  - taux de connexion à Internet
  - taux de défaillance des dispositifs mobiles
- Cadre de modélisation markovien



- Système de sauvegarde coopérative: Hypothèses plus générales
  - modèle de mobilité
  - comportement des contributeurs
  - défaillances aux niveau de l'infrastructure fixe
- Objectifs
- Modélisation du système MoSAIC
- Résultats et études de sensibilité
- **Conclusion**
  - Généralisation de l'approche à d'autres types de systèmes
    - Approche d'évaluation générique combinant modélisation analytique et simulation permettant d'obtenir des mesures caractérisant la sûreté de fonctionnement perçue par les utilisateurs en tenant compte de différentes hypothèses de modélisation et différents niveaux de détail (application, middleware, communication, etc.)



# QUESTION

---

Merci à vous 😊