

**UN OUTIL GNERIQUE DE PLANIFICATION  
DU PERSONNEL  
DE LA GRANDE DISTRIBUTION**

*Equipe optimisation TempoSoft*

# Plan

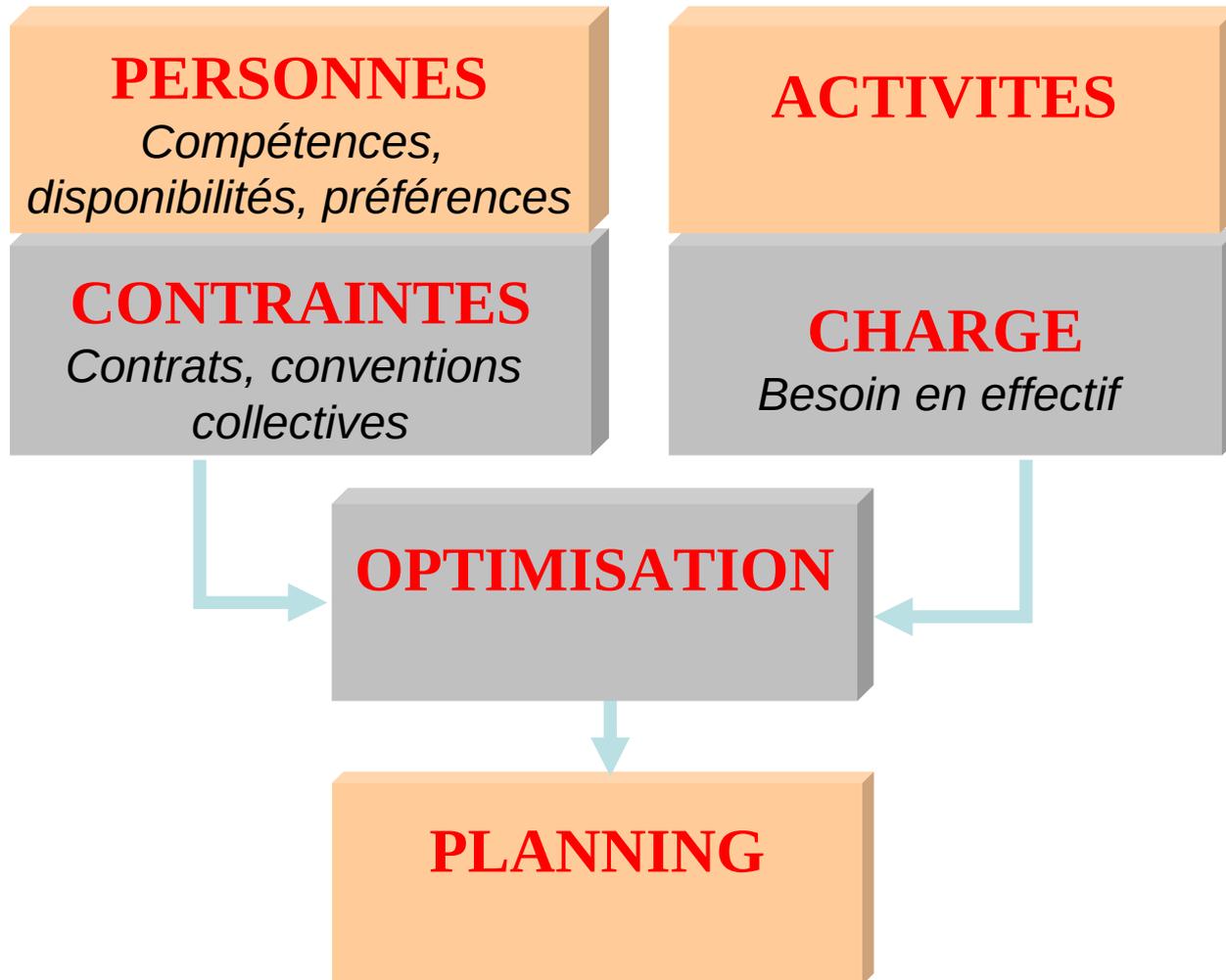
**Problématique et champs fonctionnel**

**Évolution du moteur d'optimisation**

**Conclusion**

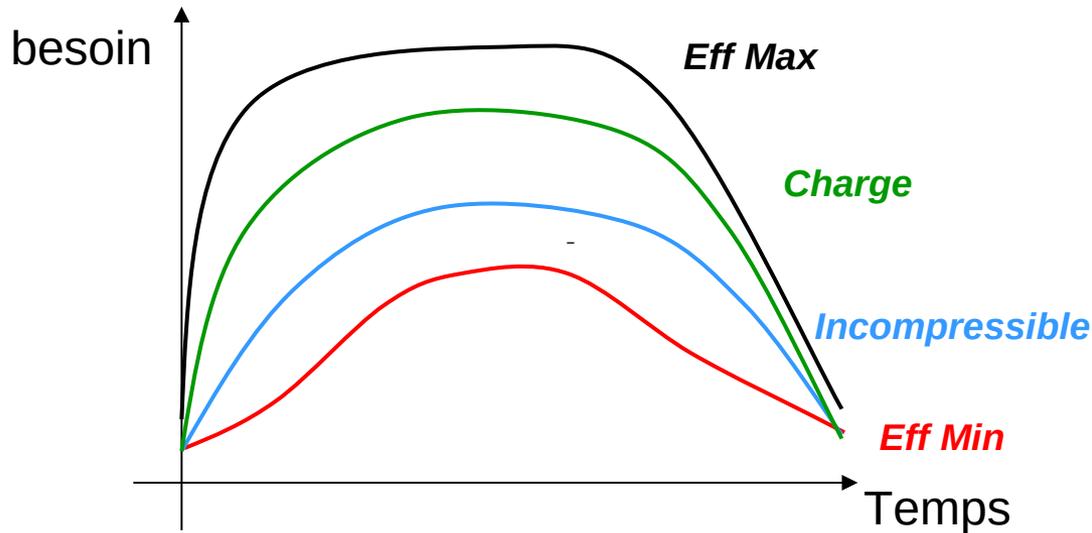
## Objectifs généraux

- Champs fonctionnel aussi large que possible:
  - pas de développement spécifique pour un client
- Robustesse : une solution dans tous les cas
- Comportement déterministe: même solution si même date et mêmes données
- Temps d'exécution contrôlé



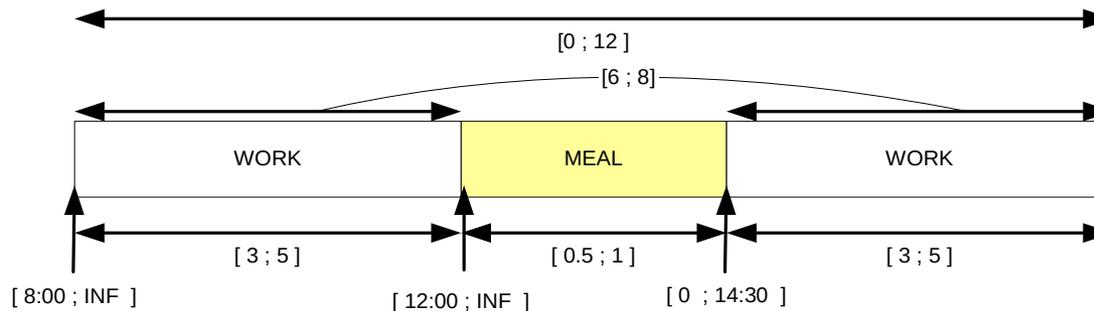
# La charge

- Catégories de charge: Stationnaire (effectif par 1/4h), Mobile (volume sur une plage), Mixte
- Effectif maximum, effectif minimum, incompressible.



## Contraintes de jour

- Compétence par activité, avec priorité: un ordre préférentiel dans l'affectation des activités à une personne
- Liste descriptive configurable des composition possibles pour un jour de travail



- Zones de disponibilité, travail obligatoire, Préférence
- Durées min et max par type d'activité (ex: management)
- ...

# Fixations manuelles



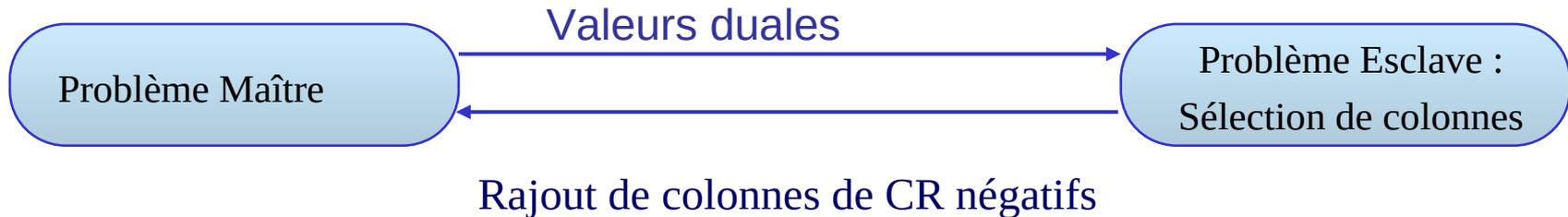
## Contraintes au delà du jour

- Min/Max sur durée hebdomadaire
- Min/Max sur nombre de jours de travail (ou repos)
- Min/Max de n jours consécutifs de travail (ou repos)
- Séparation minimale entre deux jours consécutifs de travail
- Nombre de services nocturnes maximum par semaine
- ...

## On minimise

- Nombre de contraintes dures relâchées et quantité de relaxation
- Montant de violations de l'ensemble des contraintes souples
- Sous-effectif et sur-effectif
- Lissage de couverture de charge
- Coût salarial
- Le non respect des priorités de compétence, des préférences
- Nombre de transitions entre activités

# Décomposition: Génération de colonnes

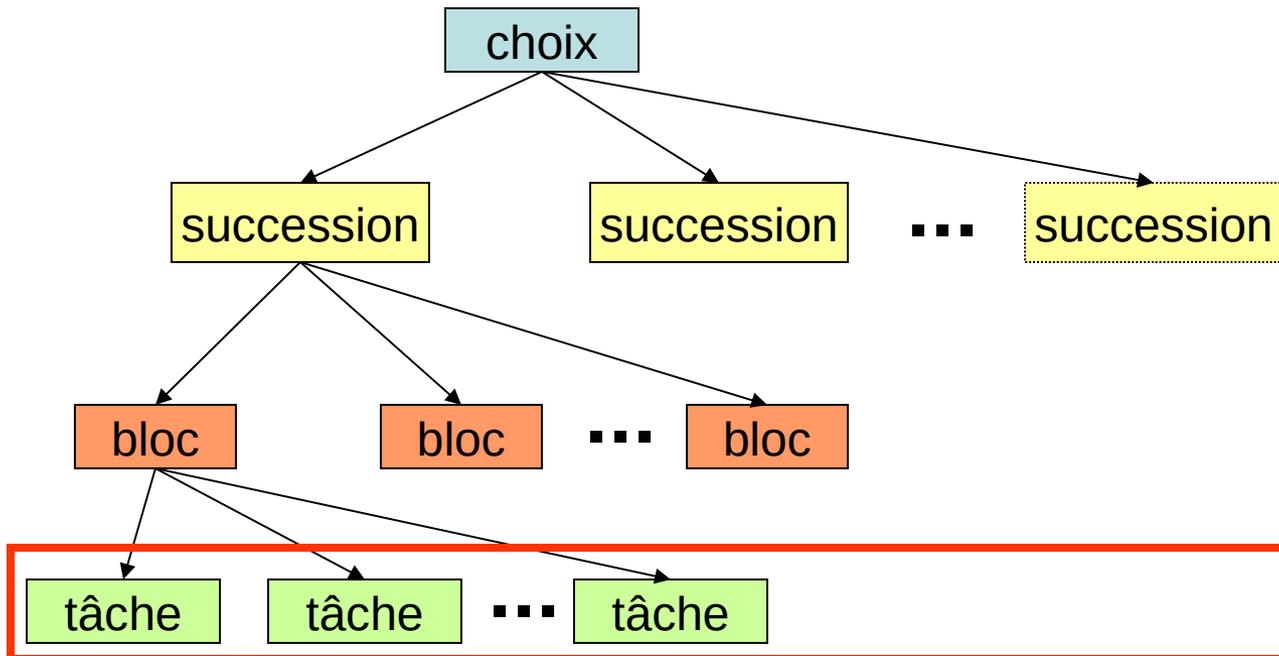


- Itération de génération de colonnes:
  - Maître: Résoudre en continu le PL du Problème
  - Esclave: Recherche des meilleures colonnes de coût réduit négatif
  - Rajout de ces colonnes au problème maître
- Arrêt: plus de colonnes de CR négatif
- Variables entières: MIP... Branch and Price

# Frontière maître/esclave

## Maître

- Contraintes hors composition du jour

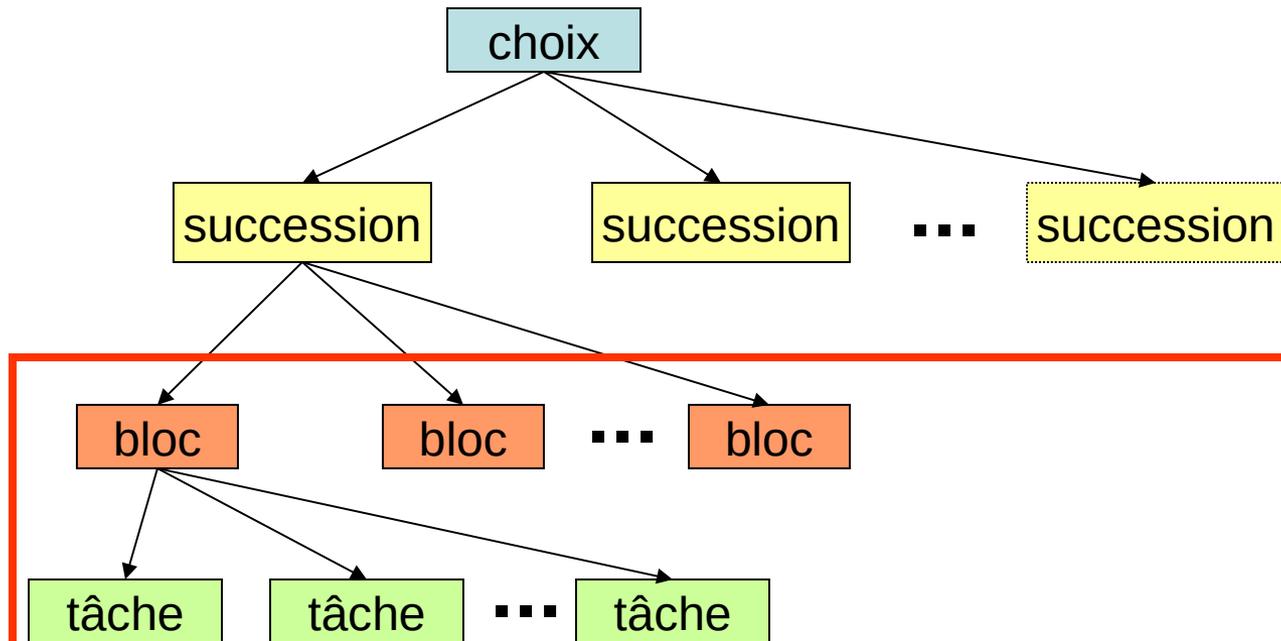


Esclave

# Frontière maître/esclave

## Maître

- Contraintes hors composition du jour

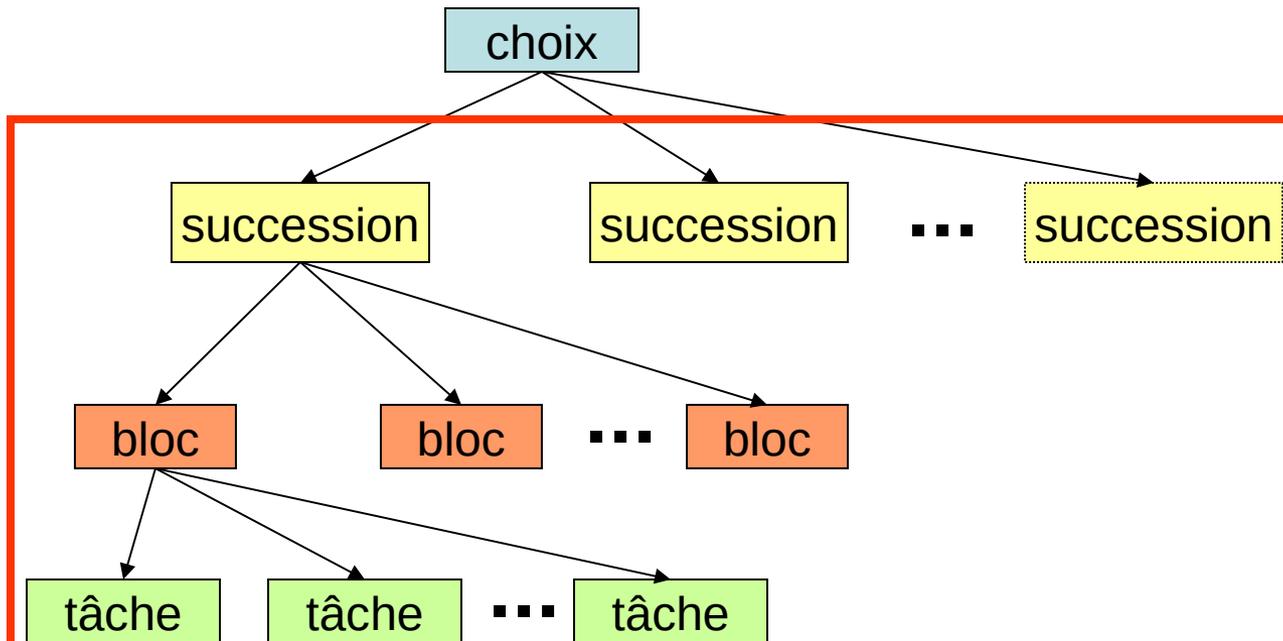


Esclave

# Frontière maître/esclave

## Maître

- Contraintes hors composition du jour



Esclave

# Couplage maître/esclave

$\lambda_c$  : Variable booléenne représentant colonne rajoutée

$$Actif_{p,j} = \sum_{\text{cols } c \text{ for } p \text{ in } j} \lambda_c + SlackA_{p,j}$$

$$Begin_{p,j} = \sum_{\text{cols } c \text{ for } p \text{ in } j} \lambda_c \cdot b_c + SlackB_{p,j}$$

$$End_{p,j} = \sum_{\text{cols } c \text{ for } p \text{ in } j} \lambda_c \cdot e_c + SlackE_{p,j}$$

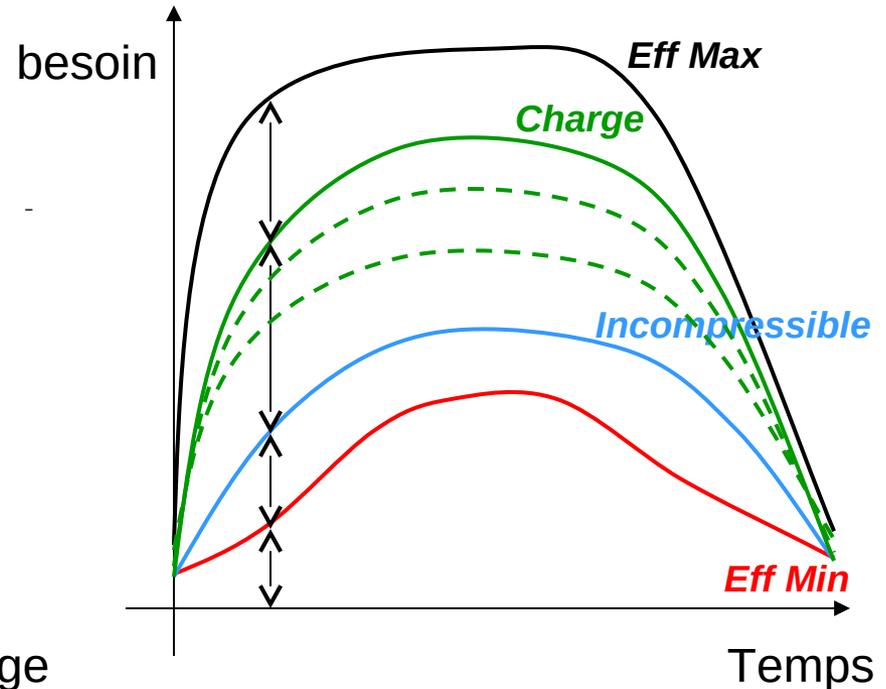
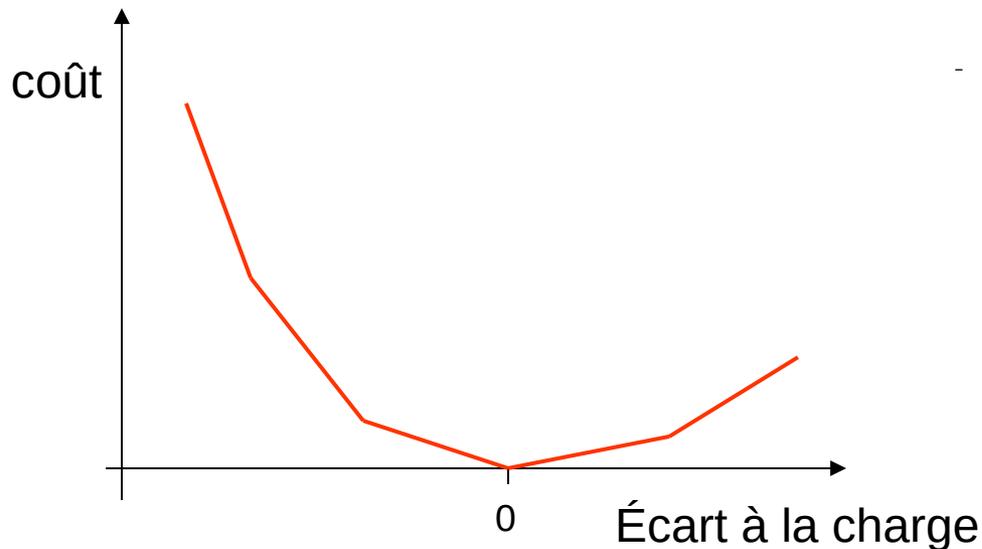
$$D_{a,p,j} = \sum_{\text{cols } c \text{ for } p \text{ in } j} \lambda_c \cdot d_{a,c} + SlackD_{a,p,j}$$

# Contraintes de charge

$$\sum_{\text{cols } c \text{ covering } t \text{ by } a} \lambda_c \cdot d_{a,c,t} = sw_{a,t,1} + OverMax_{a,t} + Over_{a,t} - \sum_{i=1}^n Under_{a,t,i}$$

with

$$\begin{cases} Under_{a,t,i} \in [0.. \Delta sw_{a,t,i}] & \forall i \geq 1 \\ Over_{a,t} \in [0.. MaxStaff_{a,t} - sw_{a,t,1}] \\ OverMax_{a,t} \geq 0 \end{cases}$$



## Esclave « tâche »

- Tâche = (activité élémentaire, début, fin)
- Énumération exhaustive des colonnes de CR négatif
- Sélection des K meilleures colonnes

### Défaut:

- Faible convergence du MIP :  
difficulté à reconstruire un bloc à partir des « meilleures » tâches élémentaires
- Trop de colonnes requises pour permettre la bonne combinaison

## Esclave « bloc travail »

- Génération des blocs de travail par Programmation Dynamique
  - Graphe: sommet = point du temps, arc = activité possible
  - Recherche meilleur chemin pour chaque couple (début,fin) possible
  - Contrainte de ressources: nombre de transitions
  - Règles de dominance
- Sélection des K meilleurs chemins de CR négatif
- Génération de Blocs n'appartenant à aucune solution faisable
  - Absence de propagation des propriétés (début/fin/durée) de la racine de la composition jour vers ses feuilles

# Propagation (PPC)

## - Méthode:

- **Modèle mathématique de propagation:**
  - contraintes dures
  - Extension fixations manuelles
- **Énumération partielle itérative jusqu'au point fixe:**
  - Dans la semaine: sur les types de jour
  - Dans le jour: sur les types de compositions et sur les fixations
- **Impacter les bornes des variables du modèle**

## - Gains:

- Meilleure convergence génération de colonnes et MIP
  - Meilleures bornes de variables et moins de colonnes infaisables
- Outil de vérification de cohérence des données avant résolution

# Esclave jour

Génération bi phase:

- Génération des meilleurs blocs de travail pour chaque couple (début,fin)
- Recherche des meilleurs combinaisons de bloc travail :
  - Plus de contraintes de ressources
  - énumération pour assembler les blocs de travail générés dans (1)
  - propagation PPC pour appliquer règles de dominance

**Gains:** Meilleur comportement pour problèmes très contraints

**Défaut:** Perte de qualité de solution du MIP

## Branch & Price

- Hybridation entre un branch & bound et une génération de colonnes
- Nœud racine: génération de colonnes classique suivie d'un MIP
- Nœud intermédiaire:
  - Meilleure variable de branchement: la plus forte ambiguïté sur variables couplantes
  - Meilleur sens de branchement: le meilleur coût continu par anticipation
  - Branchement avec désactivation des colonnes incompatibles dans le maître et impact sur les esclaves
  - Lancer une génération de colonne locale à la fenêtre de coupe (personne/jour)
- Défaut: temps de résolution

# Processus de résolution

## - Phase Robustesse par employé:

- Lance moteur d'optimisation sur une personne isolée
- Relâche progressivement par type de contraintes jusqu'à obtenir une solution
- Contraintes de groupe traitées de manière différentielle

## **Toujours une solution**

## - Phase amélioration par groupes d'employés:

- Groupes automatiquement construits en fonction de:
  - Intensité du couplage entre les personnes
  - Taille maximale du groupe
- Utilise solutions phase robustesse pour démarrage à chaud
- Lance moteur d'optimisation sur chaque groupe

## **Comportement Pseudo Linéaire**

## Conclusion et évolutions futures

- Importance de la frontière maître/esclave
- Nécessité de l'hybridation avec la PPC
- Meilleure diversification
- Comportement glouton de l'esclave → impact sur la couverture de la charge mobile