

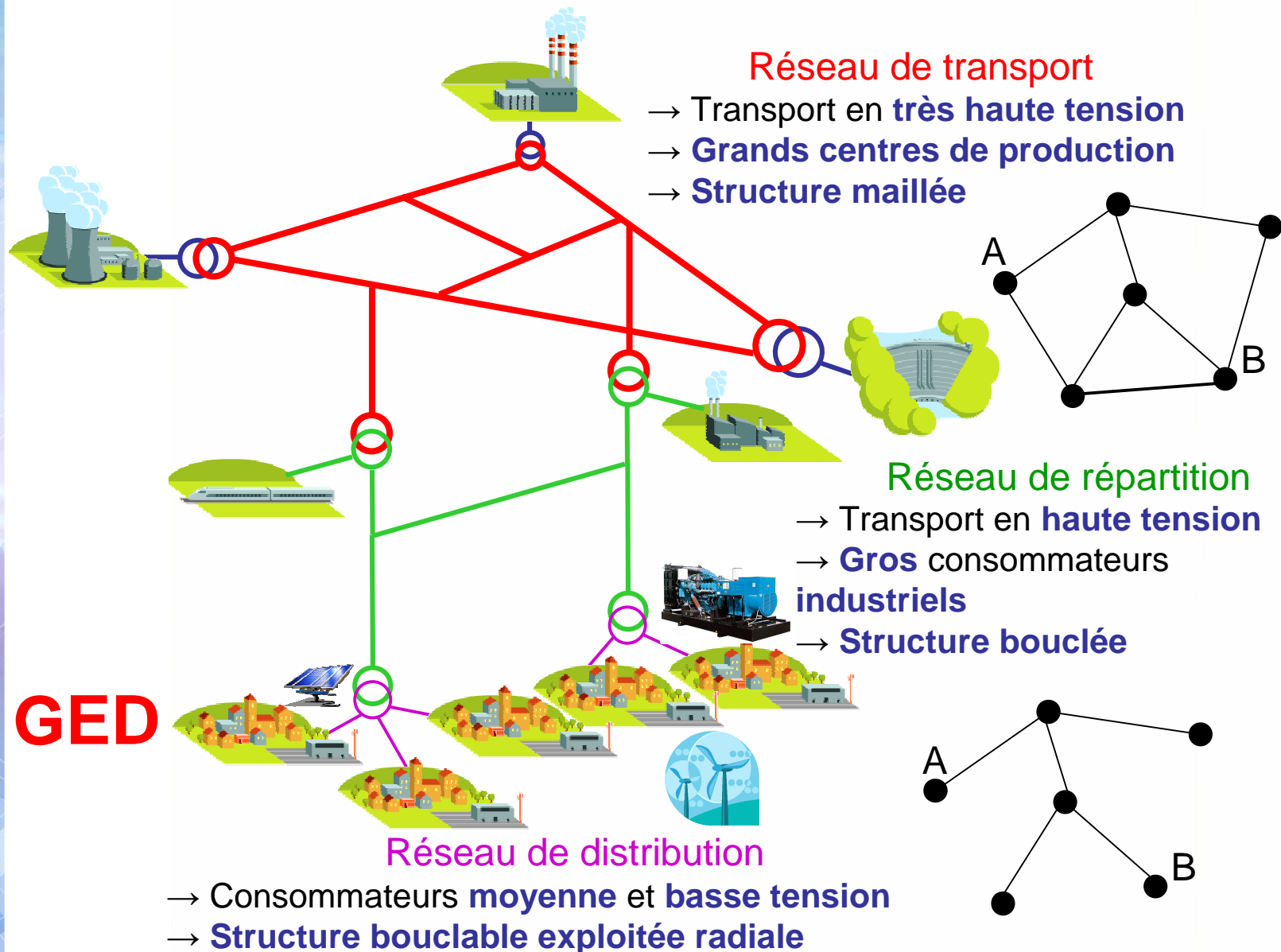
Architectures des réseaux de distribution du futur en présence de production décentralisée

M.-C. Alvarez-Hérault

Directeur de thèse : N. Hadjsaid
Co-encadrants : R. Caire, B. Raison
Collaboration : W. Bienia



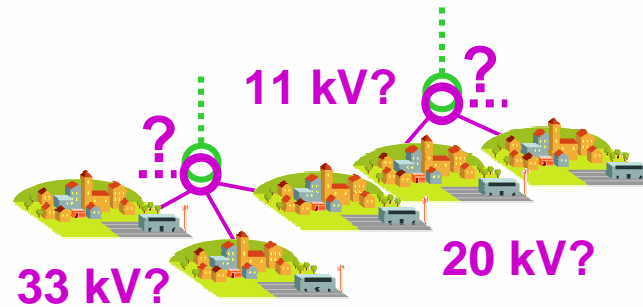
Le réseau électrique : hiérarchisation



Grands choix technologiques

- Mise à la terre du neutre

- Niveaux de tension



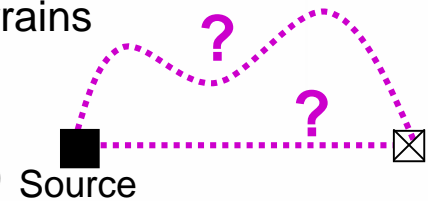
- Choix des conducteurs



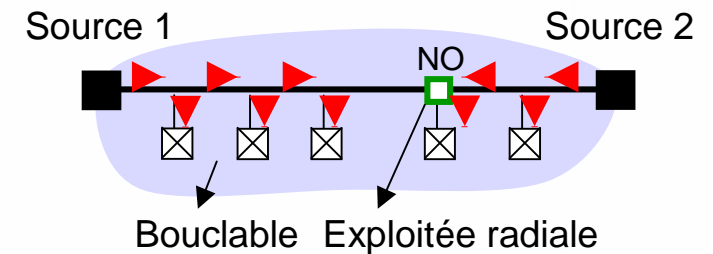
Aériens

Souterrains

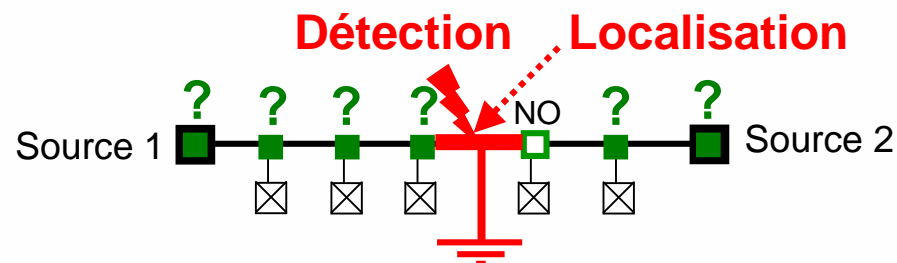
- Chemin de raccordement (producteur, consommateur)



- Planification bouclable exploitation radiale



- Détection et isolation de la zone en défaut



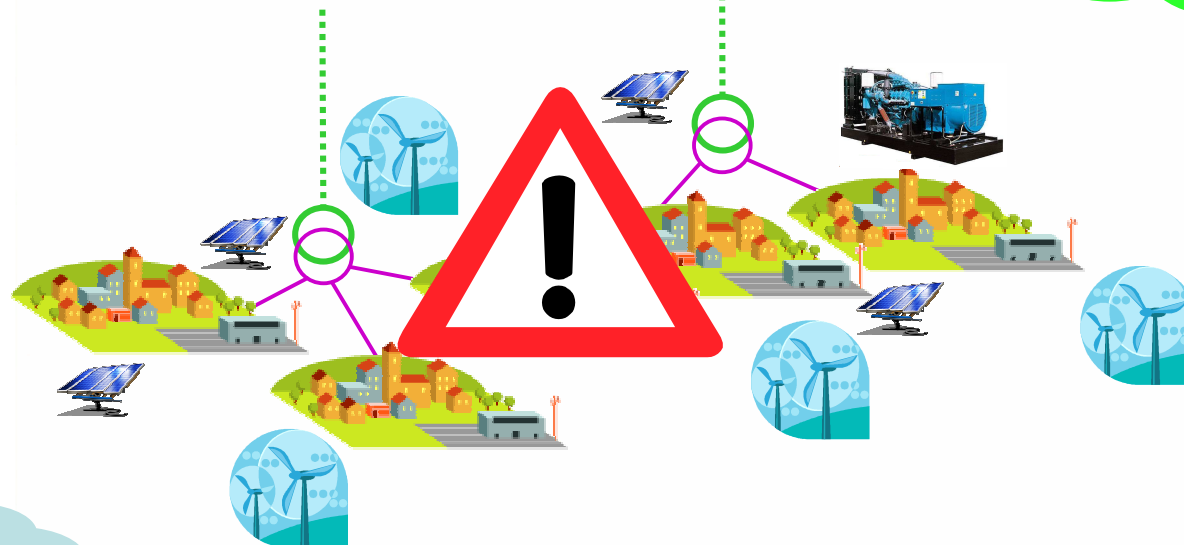
Développement de la GED

Ouverture
des marchés

Nouvelles
technologies de GEDs
et stockage associé

Incertitudes
prix énergies
fossiles

Contraintes
écologiques



MDE

Réglementation
versatile

Qualité
Continuité

Exploiter au mieux
le réseau existant

Planification des réseaux de distribution

CONTEXTE PASSÉ
Production centralisée

POLITIQUE ENTREPRISE
Choix technologiques

OBJECTIFS
Coûts, Fiabilité



STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT



ARCHITECTURES CIBLES
Compromis technico-économique

$$C_{\text{act}} = \sum_{n=0}^N \frac{C(n)}{(1+i)^n} \begin{cases} C(n) = \text{Coût total} \\ i = \text{Taux d'actualisation (8\%)} \\ N = \text{Année finale (30 ans)} \end{cases}$$

Planification des réseaux de distribution

NOUVEAU CONTEXTE

Production **centralisée**

Production **décentralisée**

POLITIQUE ENTREPRISE

Choix technologiques

OBJECTIFS

Coûts, Fiabilité et

augmentation des GED



STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT



NOUVELLES ARCHITECTURES CIBLES ?

Compromis technico-économique

$$C_{act} = \sum_{n=0}^N \frac{C(n)}{(1+i)^n} \begin{cases} C(n) = \text{Coût total} \\ i = \text{Taux d'actualisation (8\%)} \\ N = \text{Année finale (30 ans)} \end{cases}$$

Quelles **architectures** peuvent **accueillir** une forte pénétration de **GED** dans le **réseau de distribution**?

- Approche **générique** favorisant l'insertion de GED
- Recherche d'architectures novatrices
- Respectant des contraintes de :
 - **Coûts**
 - **Fiabilité**
- **Aucun a priori** sur la localisation et la quantité de GED

Plan général

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution**
- 2 - Architectures existantes et architecture novatrice**
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles**
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel**
- 5 - Conclusion générale et Perspectives**

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution**
- 2 - Architectures existantes et architecture novatrice
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel
- 5 - Conclusion générale et Perspectives

Méthodes actuellement employées

• Insertion de GED dans le réseau de distribution

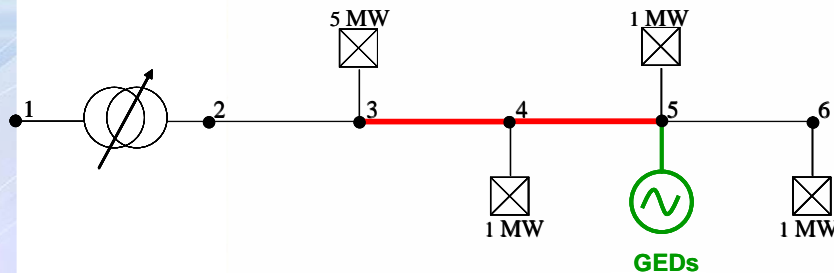
• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

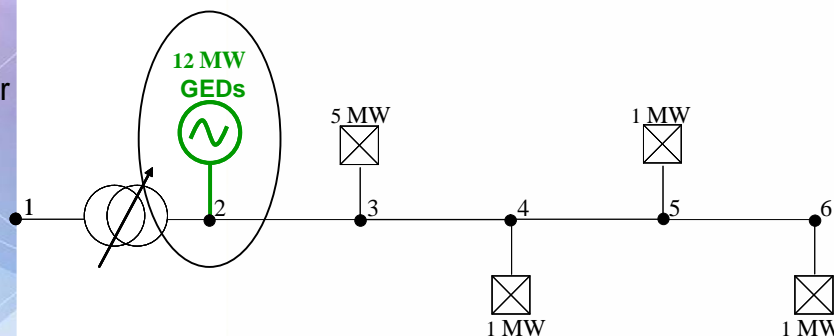
• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives

Renforcement



Départ dédié



Solutions limitées

- Coût trop élevé
- Encombrement du territoire

Méthodes actuellement employées

• Insertion de GED dans le réseau de distribution

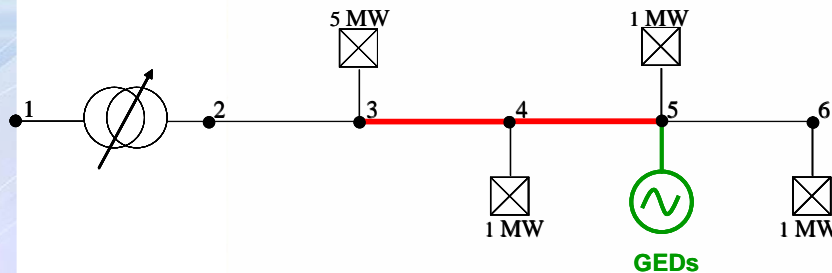
• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

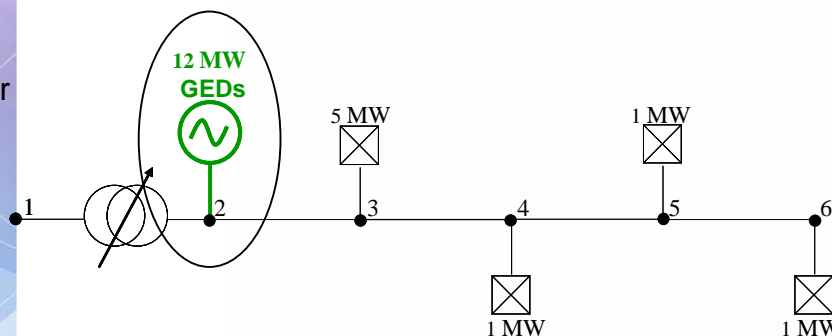
• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives

Renforcement

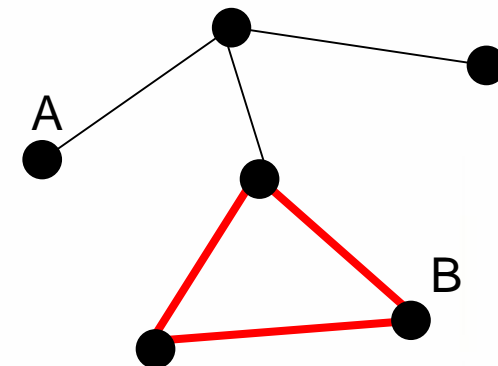


Départ dédié



Nouvelle solution

Bouclage?



• Insertion de GED dans le réseau de distribution

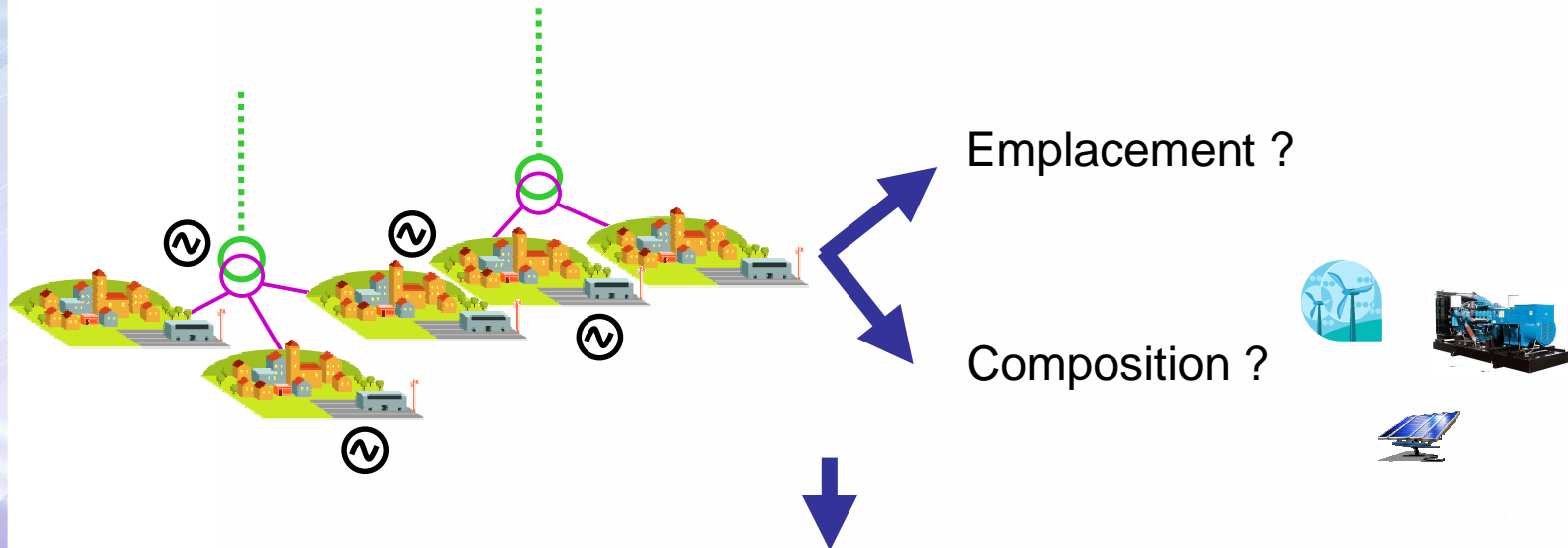
• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives

Caractère aléatoire des GED



Méthode de Monte Carlo

- Souvent utilisée dans les études pour les réseaux électriques
- Échantillonnage non exhaustif

Taux d'insertion de GED : évaluation

• Insertion de GED dans le réseau de distribution

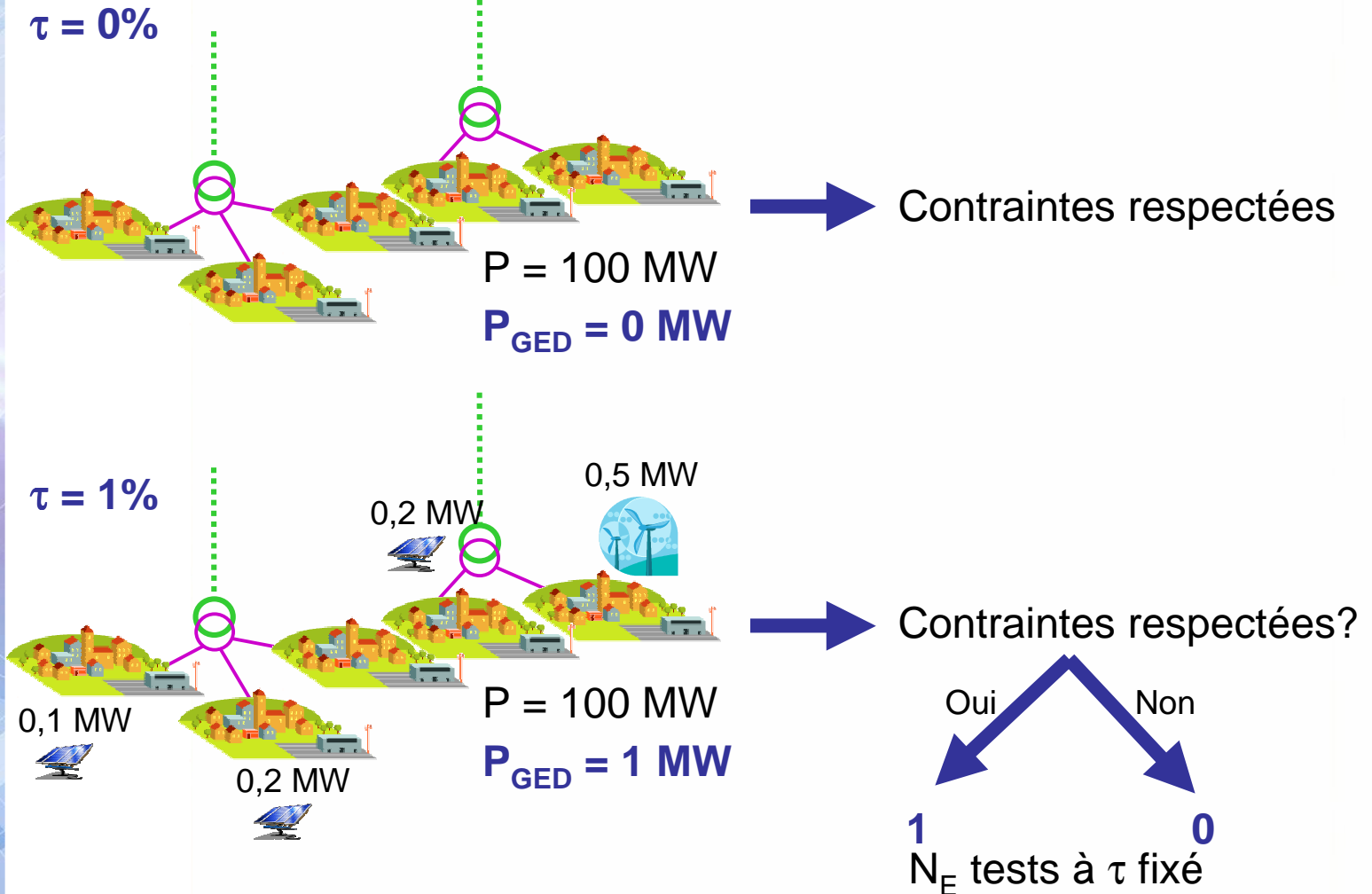
• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives

Caractère aléatoire des GED



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

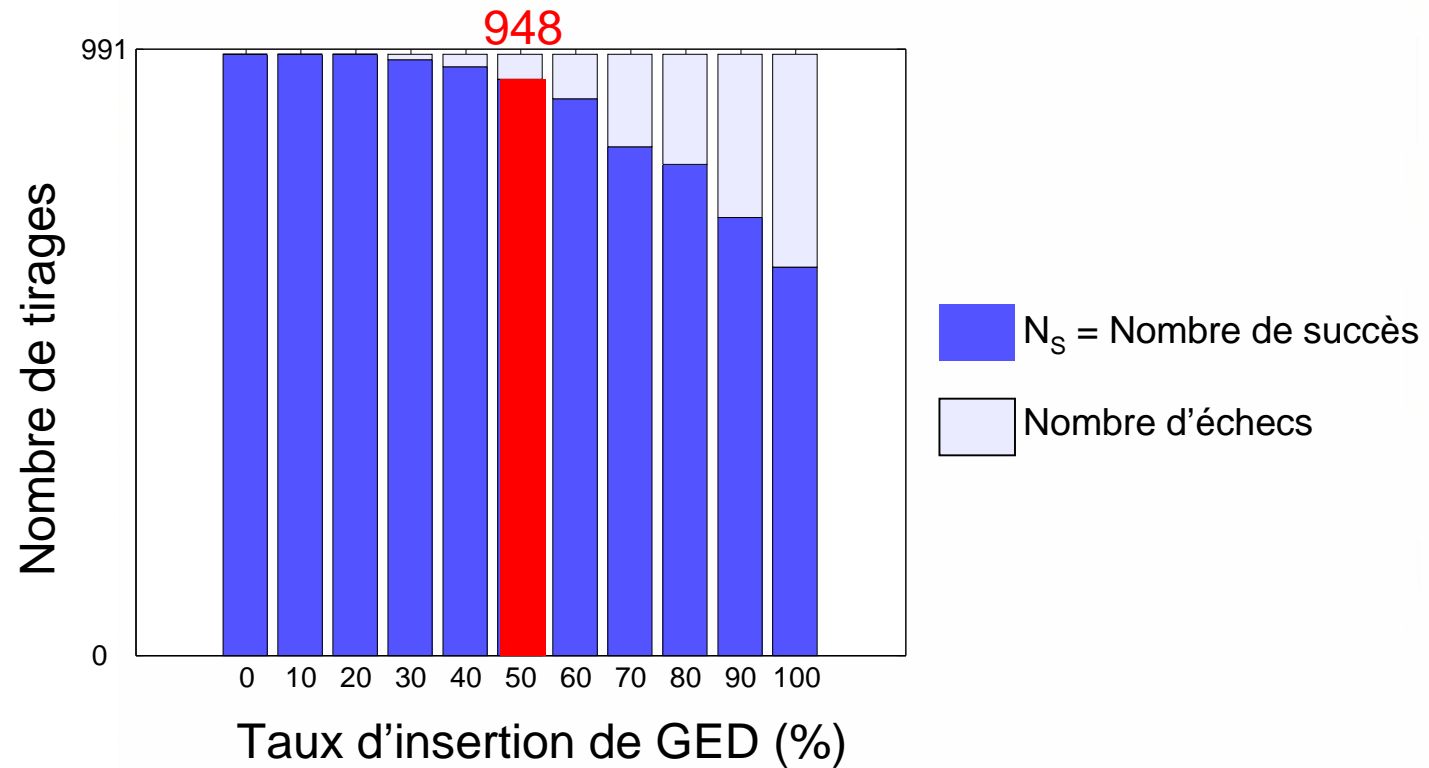
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Exemple $N_E = 991$



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

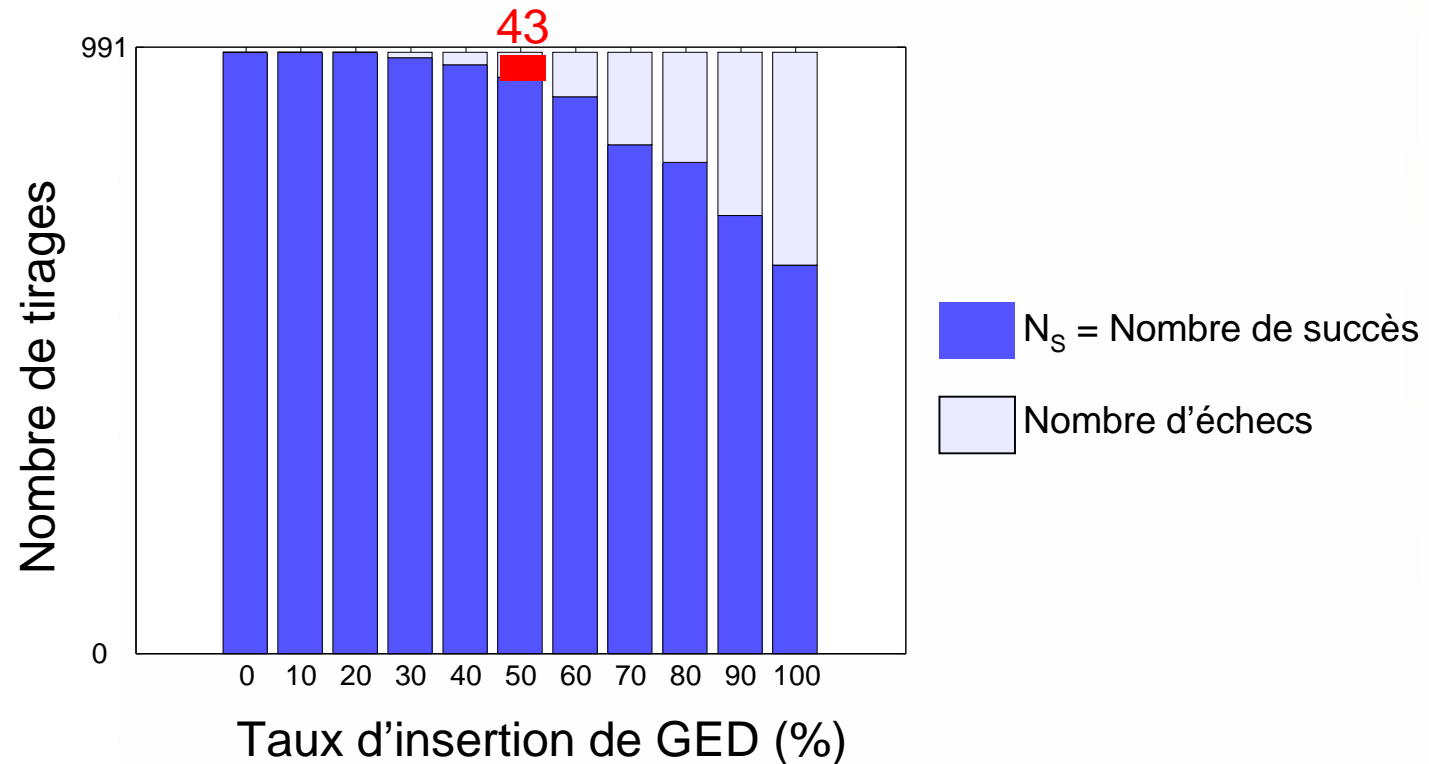
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Exemple $N_E = 991$



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

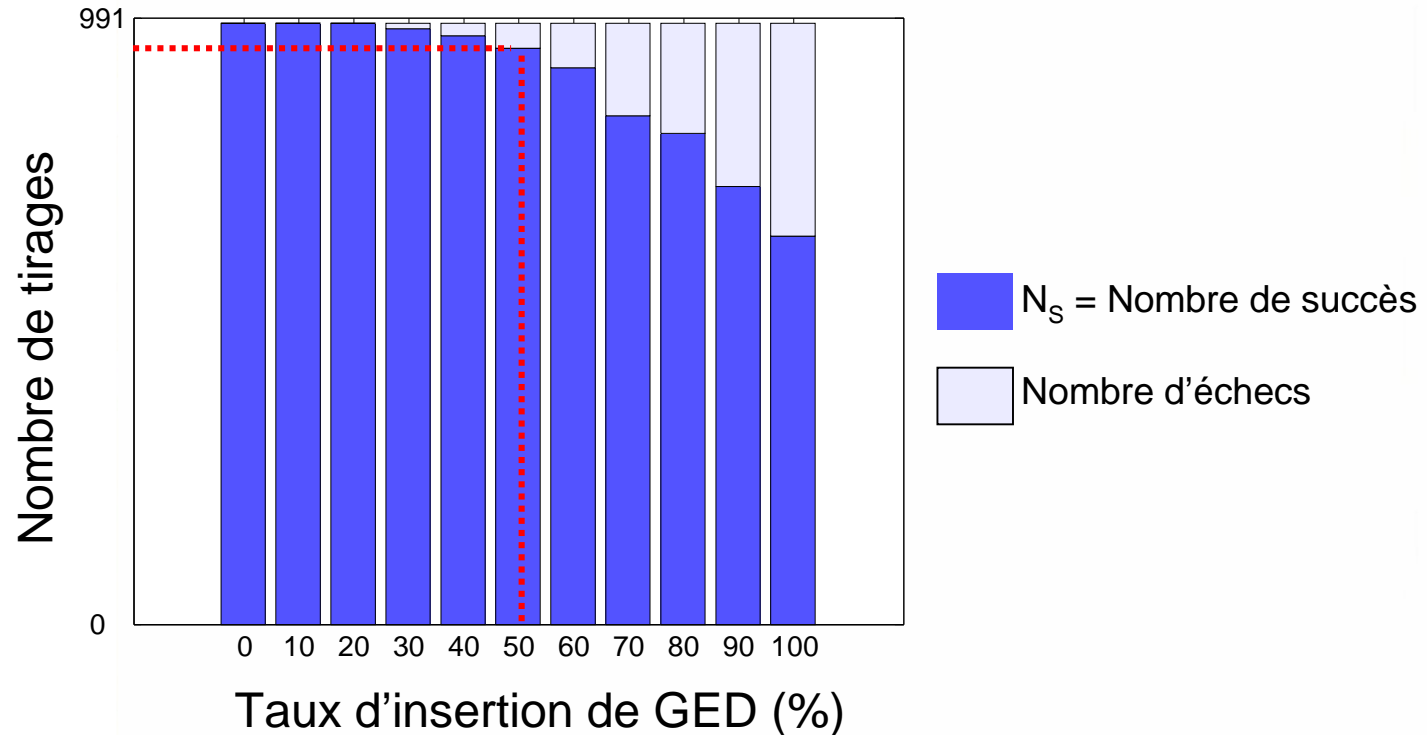
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Exemple $N_E = 991$



Probabilité de succès

$$p(\tau_i) = \frac{N_S(\tau_i)}{N_E} \longrightarrow p(50) = \frac{948}{991} = 0,95$$

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

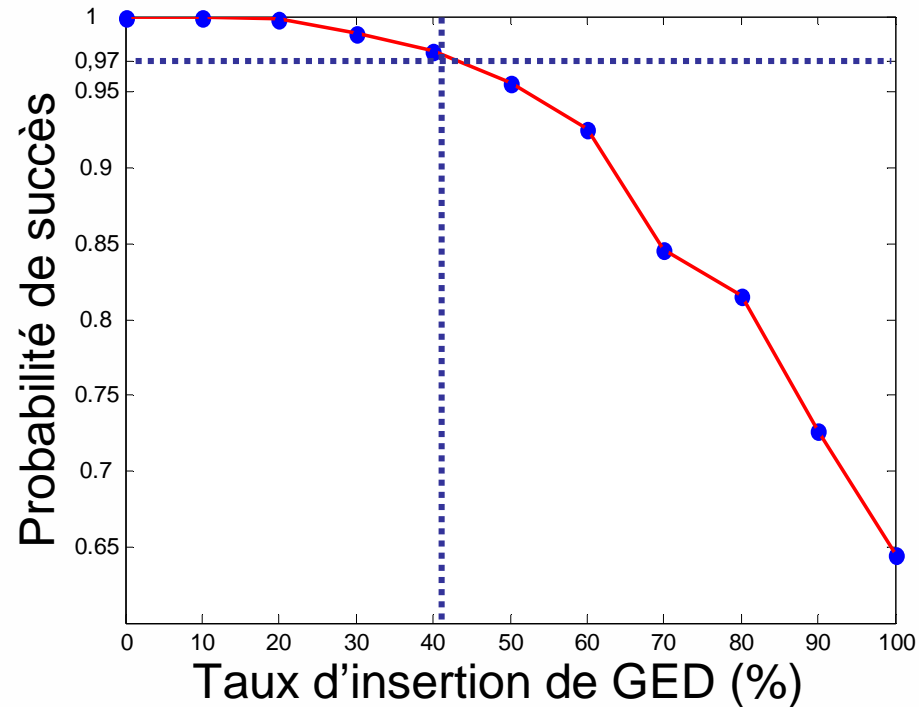
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Courbe de probabilité de succès



- Risque de sous-dimensionnement (marge fixée à 3%)

➔ $\tau_{\max} = 40\%$

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

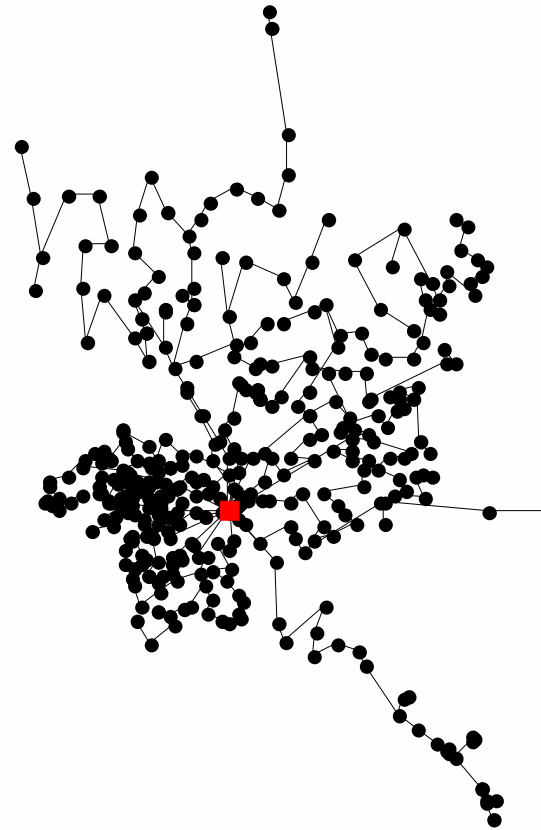
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Description du réseau urbain d'étude : $P_{\text{consommée}} = 61 \text{ MW}$



■ Poste source HTB/HTA

- 419 postes HTA/BT

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Hypothèses

- N°1 : Consommation minimale

Consommation **maximale** → consommation locale

Consommation **minimale** → augmentation de l'export de puissance



Cas le plus **contraignant** → **Consommation** minimale

- N°2 : Marge de 3%

- N°3 : Contraintes de tension et de courant

- N°4 : Bouclages intra départs (pas de dépassement I_{cc_max})

- N°5 : A logique de protection actuelle

Taux d'insertion de GED : comparaison

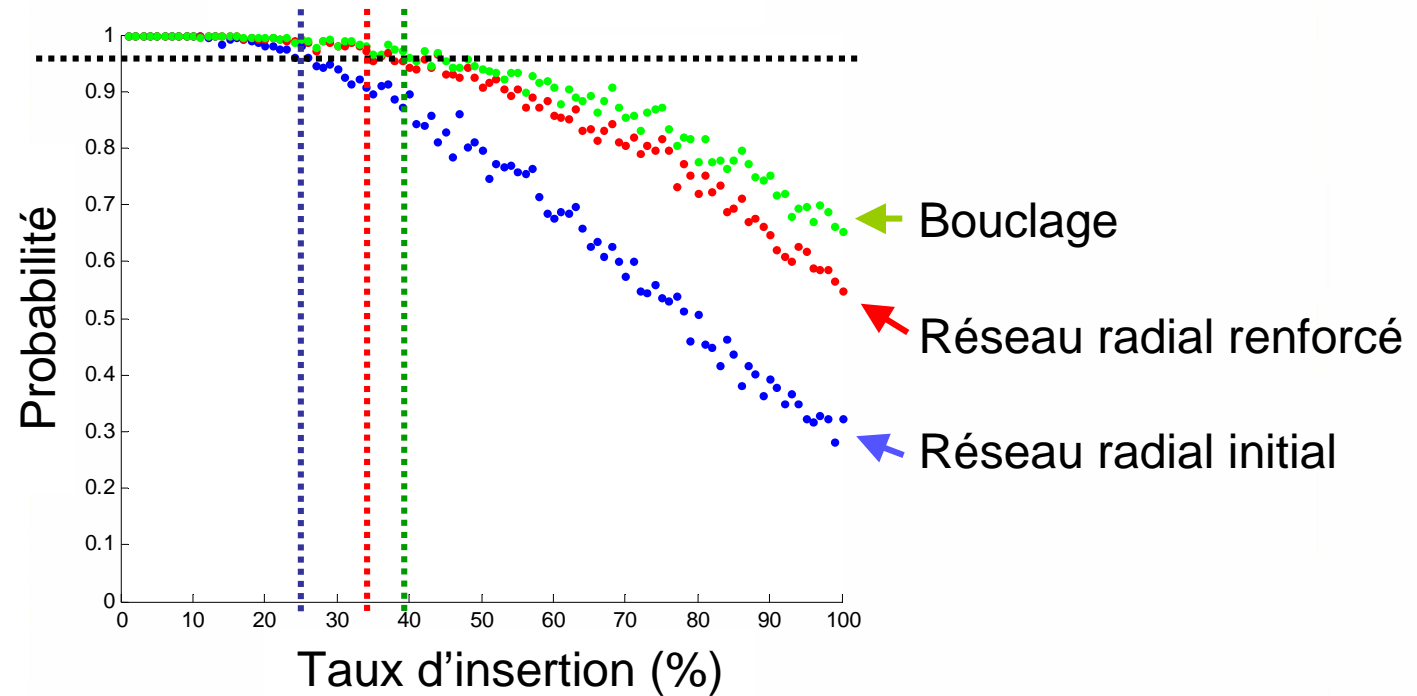
• Insertion de GED dans le réseau de distribution

• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives



	Taux maximal d'insertion de GED à consommation minimale	Longueur de lignes ajoutées (km)
Réseau radial initial	25%	0
Réseau radial renforcé	34%	6,2
Réseau bouclé	39%	6,2

Taux d'insertion de GED : comparaison

• Insertion de GED dans le réseau de distribution

• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives



	Taux maximal d'insertion de GED à consommation minimale	Longueur de lignes ajoutées (km)
Réseau radial initial	25%	0
Réseau radial renforcé	34%	6,2
Réseau bouclé	39%	6,2

Détermination de N_E

Stage J. Descloux 2009

• Insertion de GED dans le réseau de distribution

• Architectures existantes et architecture novatrice

• Algorithmes de construction d'architectures cibles

• Application et comparaison sur un réseau réel

• Conclusion générale et perspectives

Pour τ_i % donné, N_E tirages

Pour chaque tirage



Succès : $p(\tau_i)$

Échec : $1-p(\tau_i)$

Loi de Bernoulli



N_E tirages de Bernoulli \rightarrow **Loi Binomiale**

$Y_i =$ « Nombre de succès sur N_E tirages »

$p_i =$ « Probabilité de succès pour τ_i % »

$$p(Y_i=k) = C_n^k p_i^k (1-p_i)^{n-k}$$

Intervalle de confiance de Clopper Pearson à $\alpha\% = [p_{inf}; p_{sup}]$

$(p_{inf}; p_{sup})$ est l'unique solution du système

$$\begin{cases} \sum_{k=r}^n C_n^k p_{inf}^k (1-p_{inf})^{n-k} = \frac{\alpha}{2} \\ \sum_{k=0}^r C_n^k p_{sup}^k (1-p_{sup})^{n-k} = \frac{\alpha}{2} \end{cases}$$

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

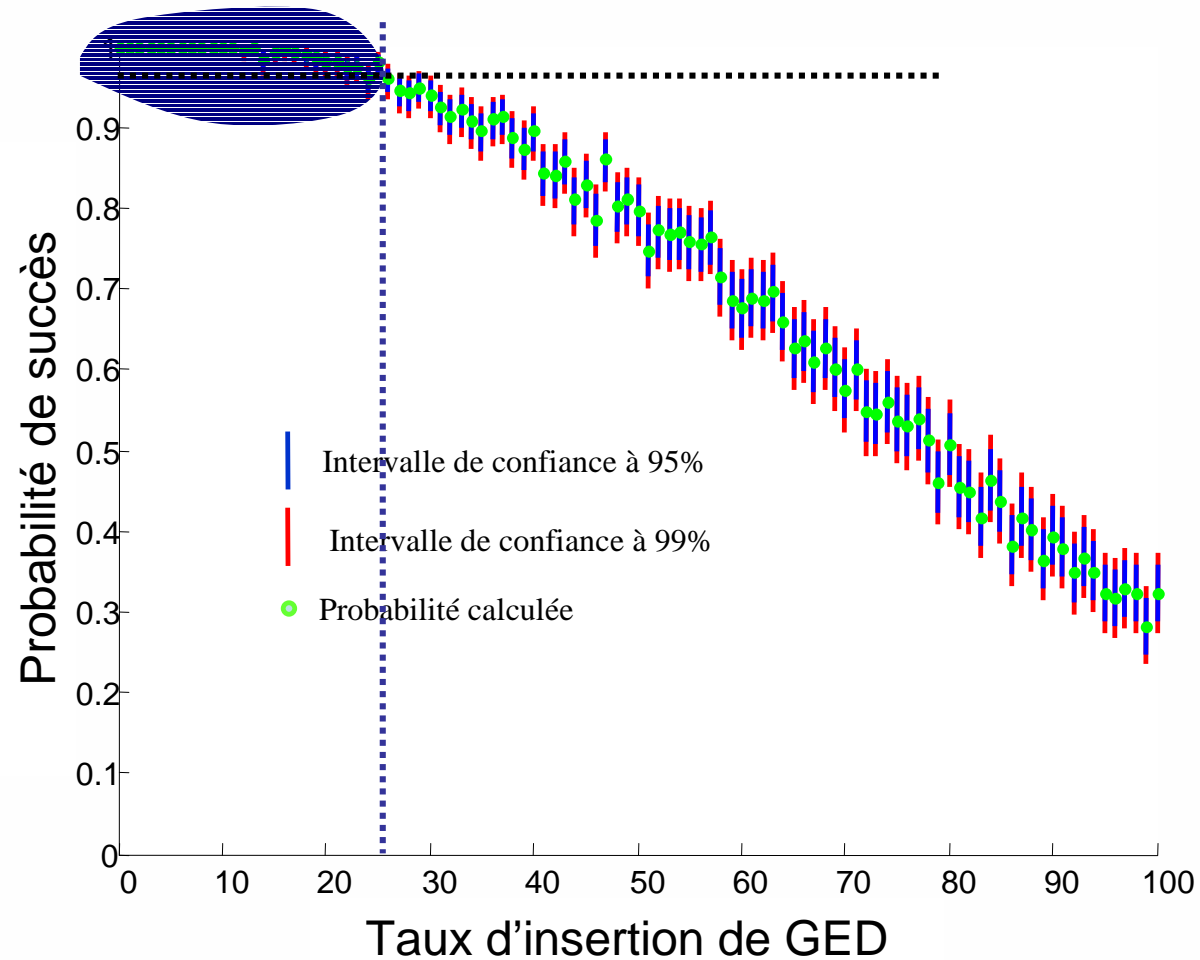
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Stage J. Descloux 2009



N_E = nombre de nœuds du réseau d'étude

- **Insertion de GED dans le réseau de distribution**

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

- **Impacts** des GED sur
 - ❖ Les **grandeurs électriques** (plan de tension, transit de puissance, qualité de la tension)
 - ❖ L'**exploitation** (protections)
 - ❖ La **planification**
- Solutions actuelles limitées
 - ❖ Le **renforcement** (raison économique)
 - ❖ Le **départ dédié** (encombrement du territoire)
- **Bouclage** des réseaux favorable à l'insertion de GED
 - ❖ **Augmentation** de la pénétration des **GED**
 - ❖ **Moins d'investissements**

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution
- 2 - Architectures existantes et architecture novatrice**
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel
- 5 - Conclusion générale et Perspectives

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

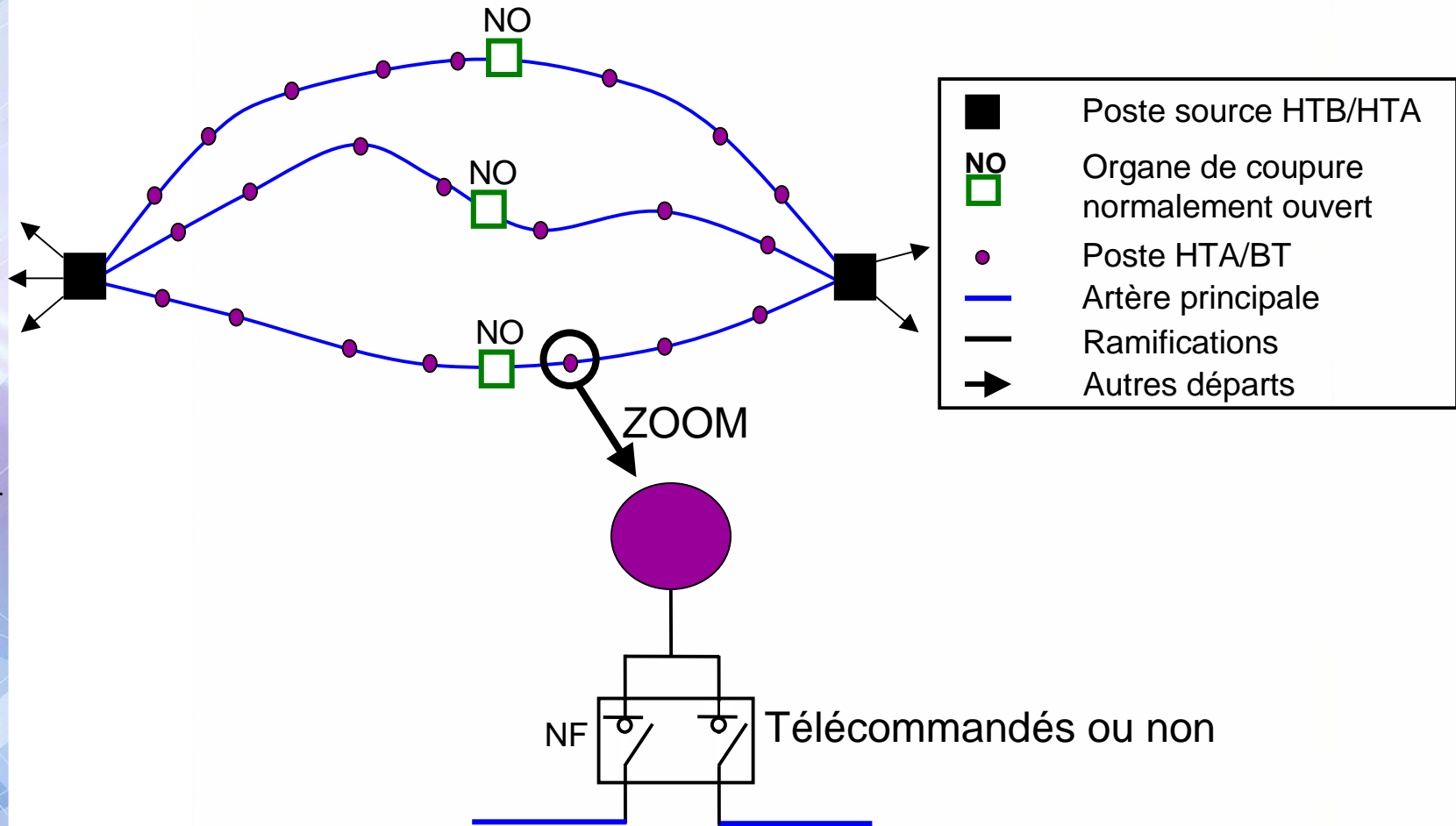
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Coupure d'artère



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

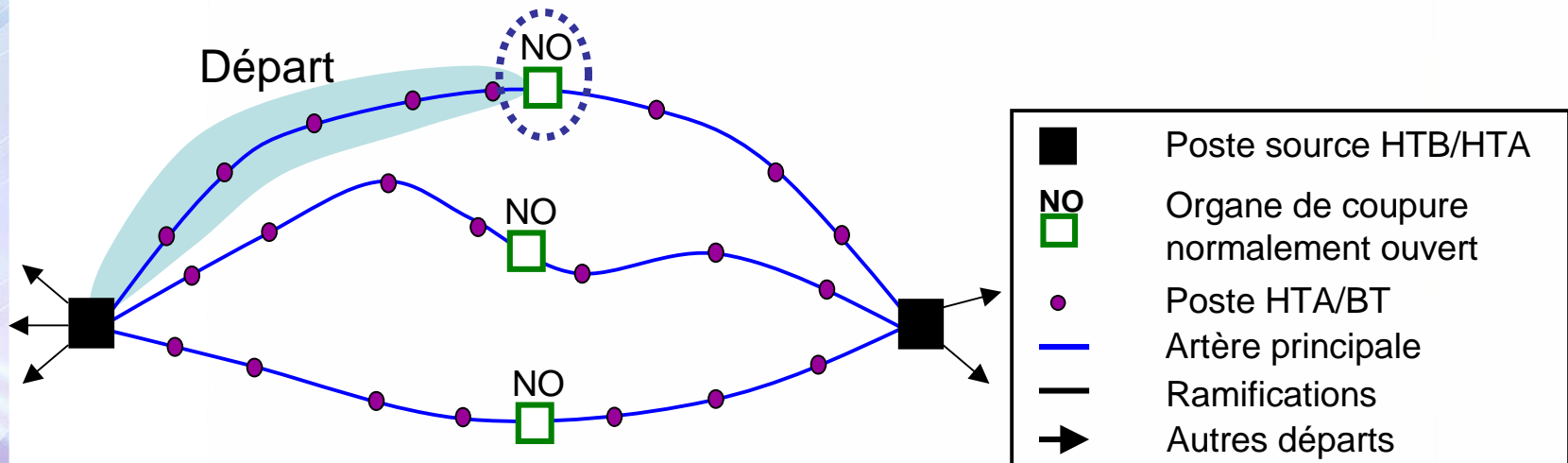
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Coupure d'artère



Avantages

- Exploitation simple
- Bonne qualité de service
- Bon compromis technico-économique

Inconvénients

- Automatisation coûteuse
- Puissance des départs limitée

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

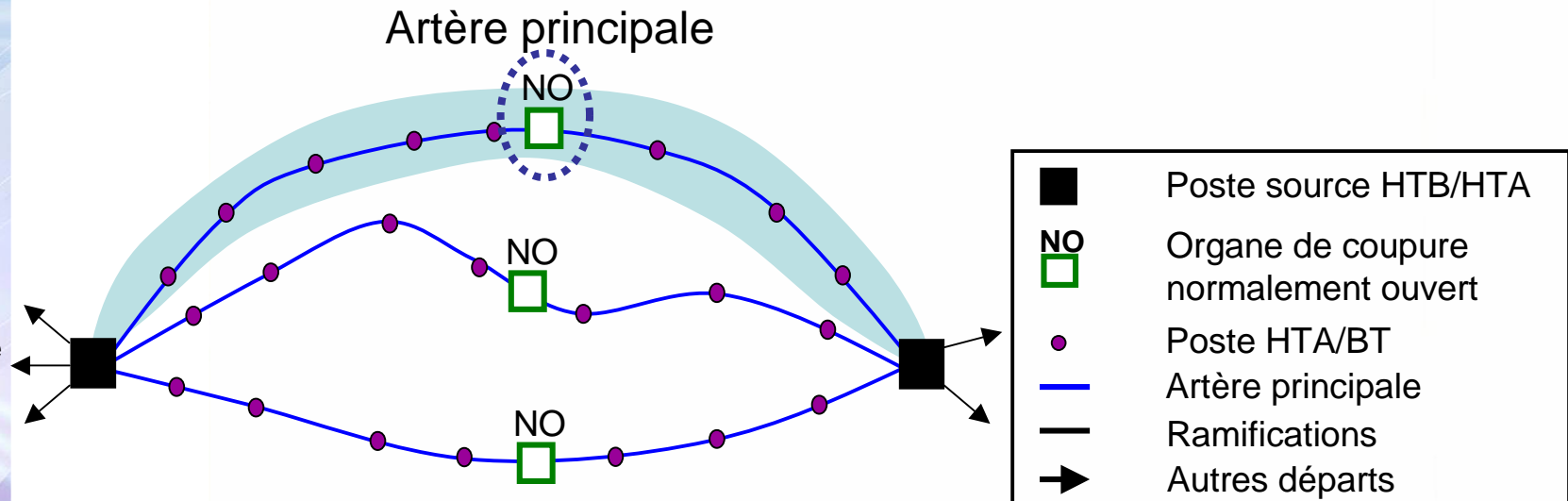
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Coupure d'artère



Avantages

- Exploitation simple
- Bonne qualité de service
- Bon compromis technico-économique

Inconvénients

- Automatisation coûteuse
- Puissance des départs limitée

Placement des organes de coupure

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

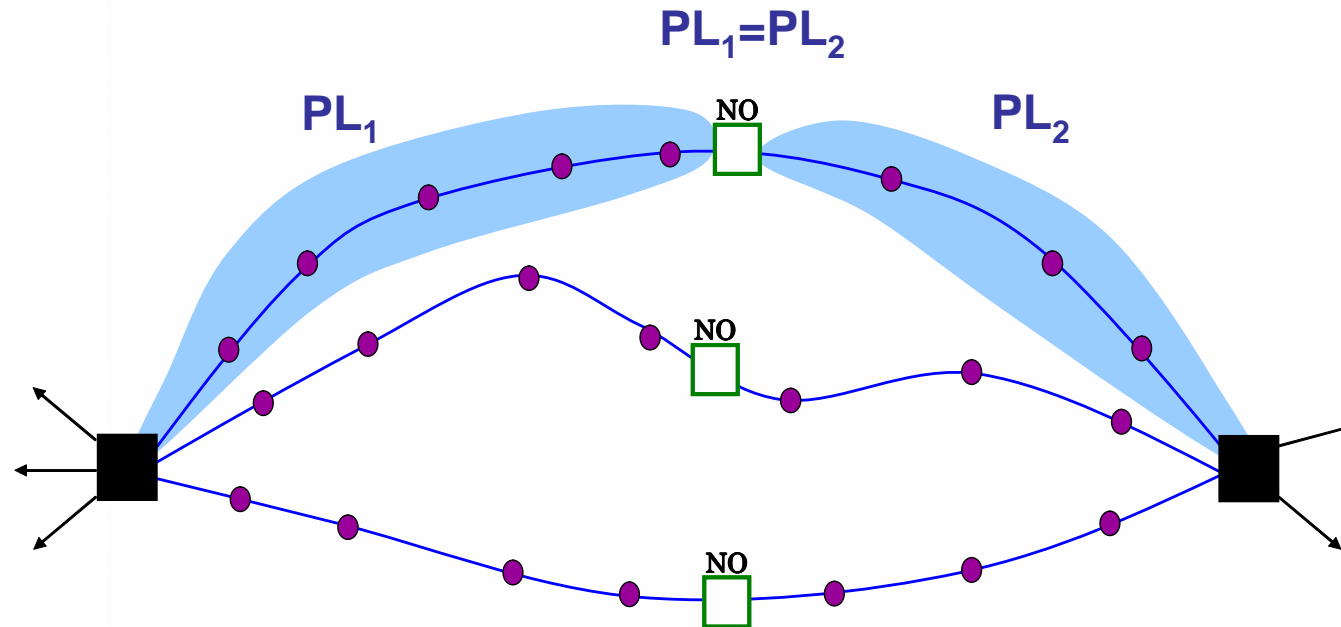
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Zones de PL équivalents

$$PL_{Zone} = P_{totale} \times L_{totale} \rightarrow \text{Puissance coupée dans les zones statistiquement identique}$$



Placement des organes de coupure

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

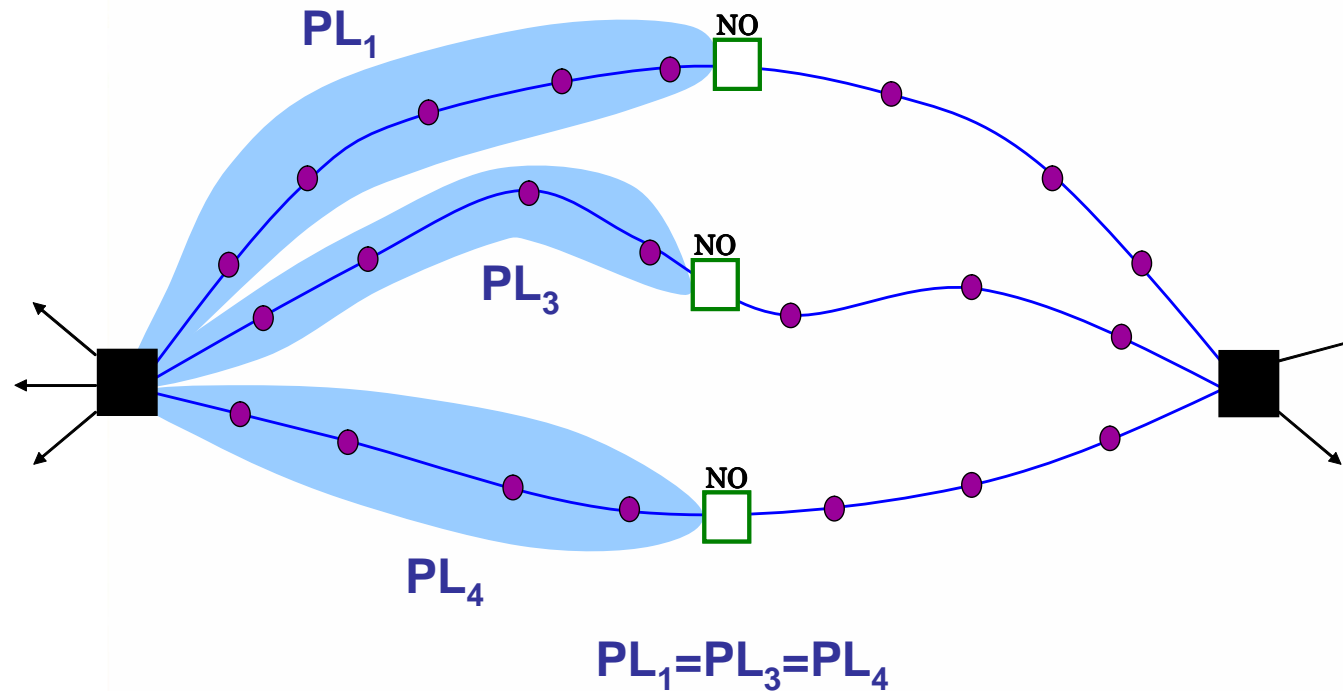
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Zones de PL équivalents

$$PL_{Zone} = P_{totale} \times L_{totale} \rightarrow \text{Puissance coupée dans les zones statistiquement identique}$$



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

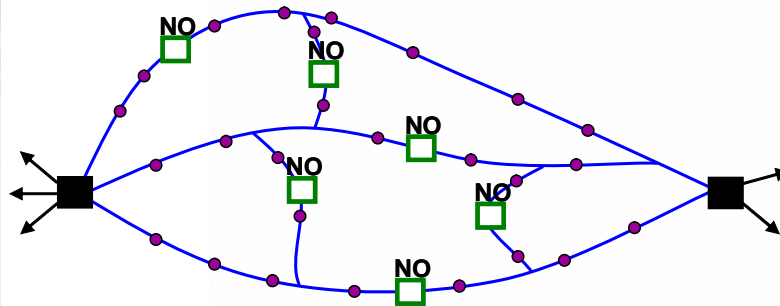
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

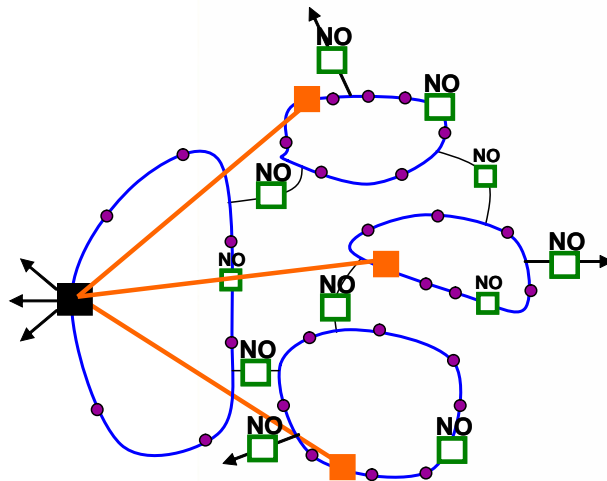
- Conclusion générale et perspectives

Grille



Avantages	Inconvénients
- Excellente qualité de service	- Coût élevé

Maille



- Postes têtes de boucle
- Câbles de structure

Avantages	Inconvénients
- Excellente qualité de service si automatisée	- Exploitation compliquée

Architecture proposée

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

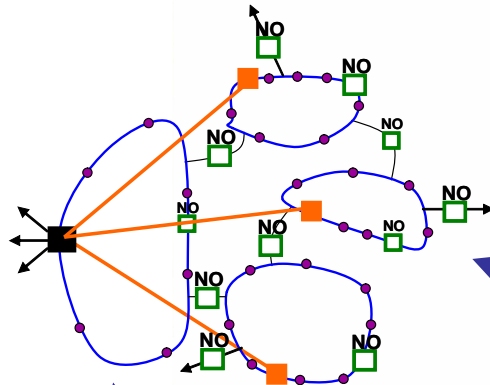
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

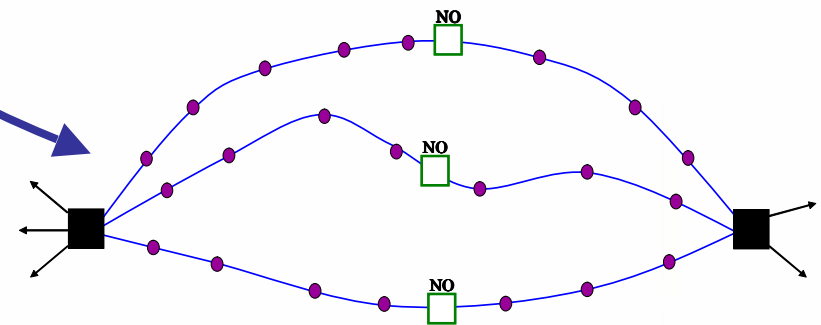
Rappel des objectifs



Augmenter la capacité d'accueil des GED

Assurer la qualité de service

Minimiser les coûts



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

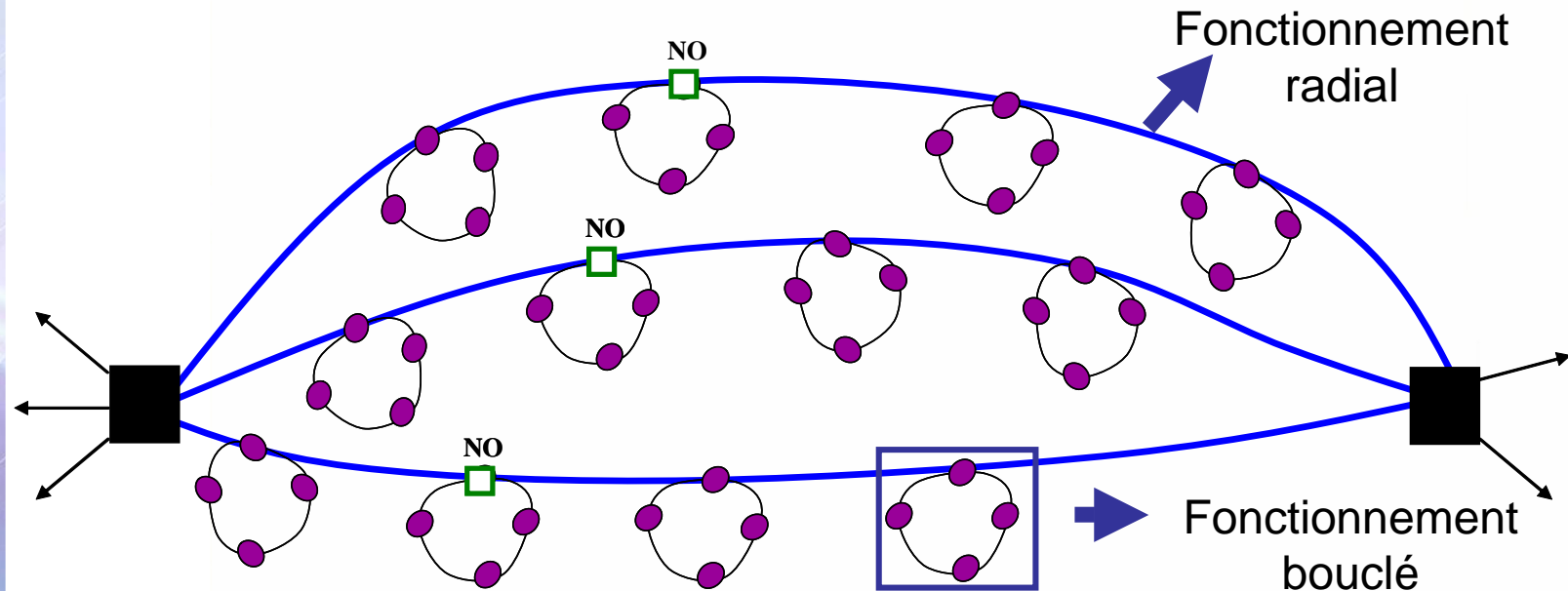
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Rappel des objectifs



Produit PL des structure hybride

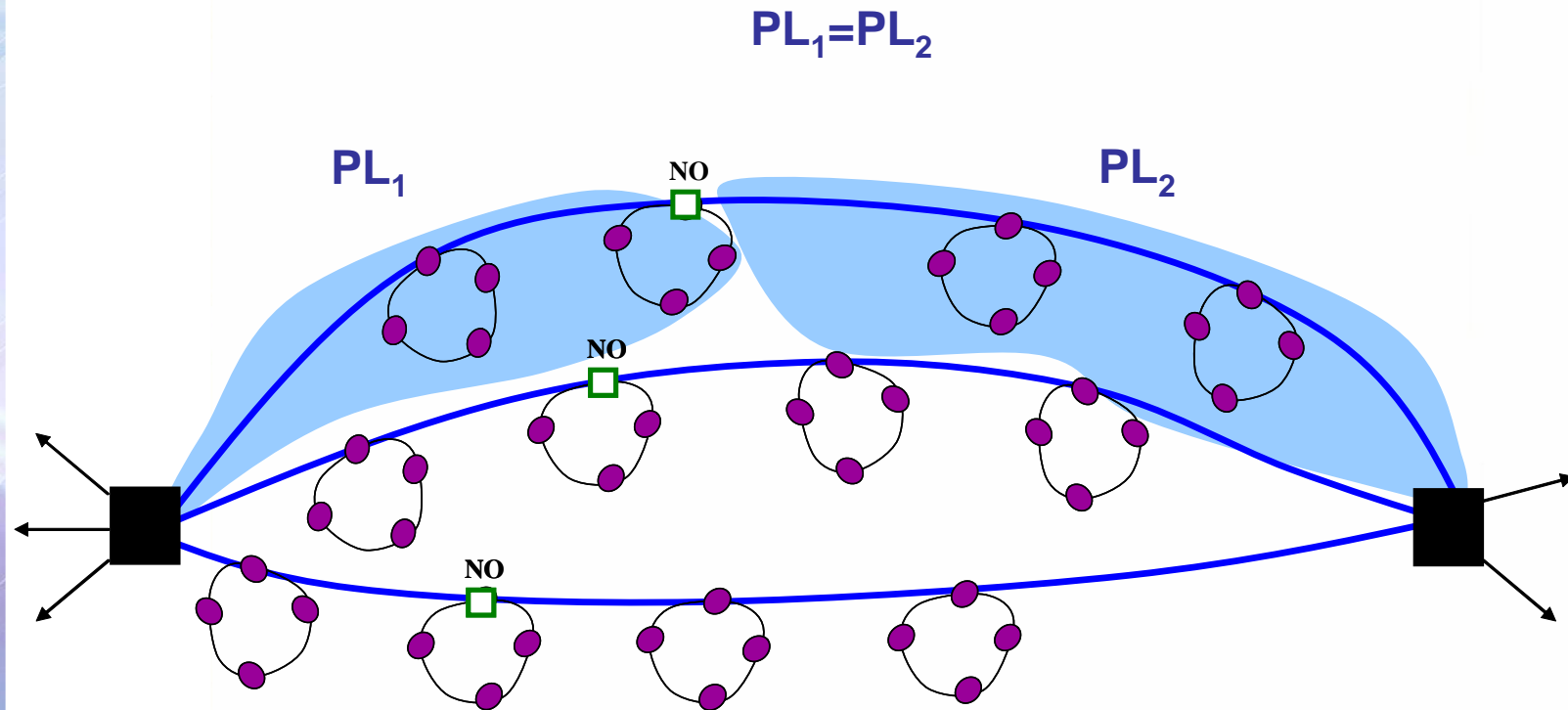
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Produit PL des structure hybride

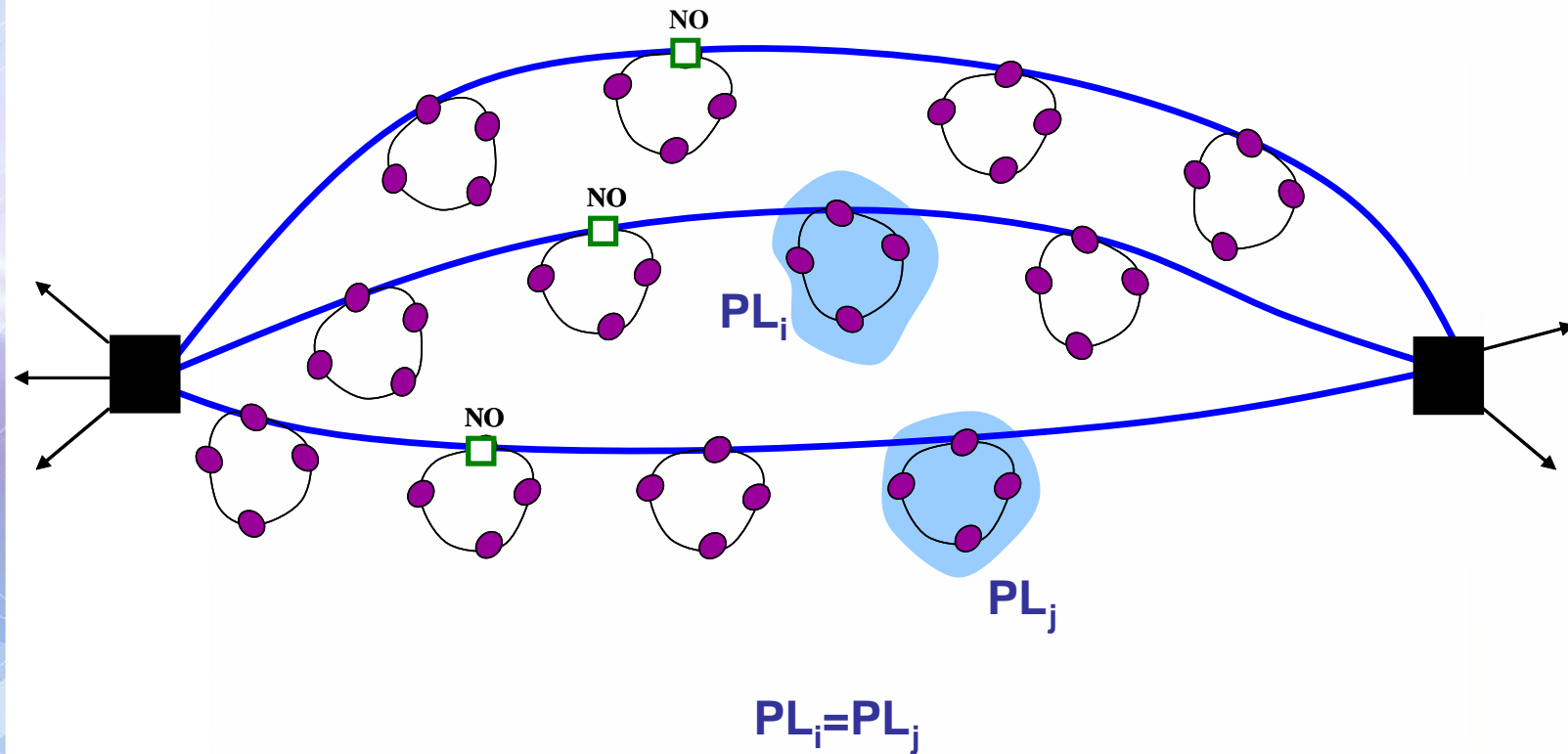
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Architecture proposée

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

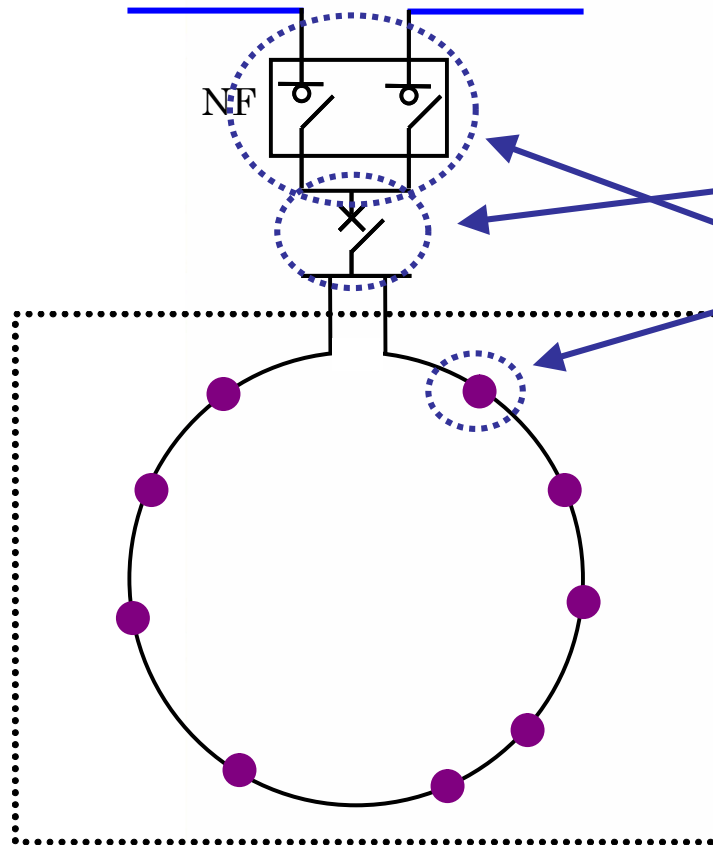
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Intérêts attendus



Fiabilité

- **Protection distribuée**
- Organes de coupure **télécommandés**
- Organes de coupure **automatisés**

Economies

- **Diminution** des longueurs
- **Diminution** des sections de la boucle
- **Diminution** du coût d'exploitation

GED

- **Augmentation** de la capacité d'accueil des GED

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

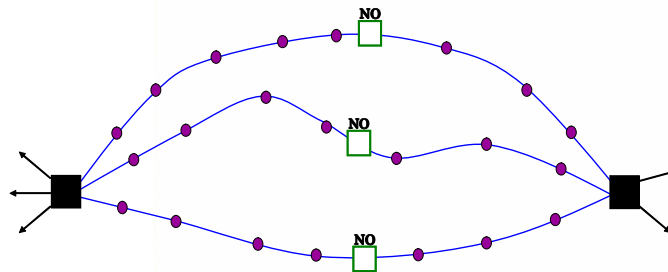
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

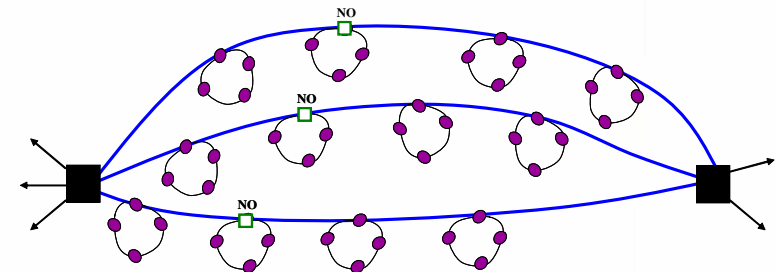
- Conclusion générale et perspectives

Coupure d'artère



- + Exploitation simple
- + Économique
- + Bonne qualité de service
- Insertion de GED limitée

Structure hybride



- Cohabitation radiale/bouclée
- + Plus économique
- + Meilleure qualité de service
- + Insertion de GED favorisée

Plan général

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution
- 2 - Architectures existantes et architecture novatrice
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles**
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel
- 5 - Conclusion générale et Perspectives

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Objectifs

- Mettre en place des **architectures cibles**
- Favoriser **insertion** de **GED**
- Assurer la **qualité de service**
- Minimiser les **coûts**

Hypothèses

- **Charges**
 - ❖ Emplacement conservé
 - ❖ Évolution (0,5%)
- **Production**
 - ❖ Emplacement des postes sources conservé
- **Stratégies** de planification
 - ❖ Coût actualisé

Réseau initial

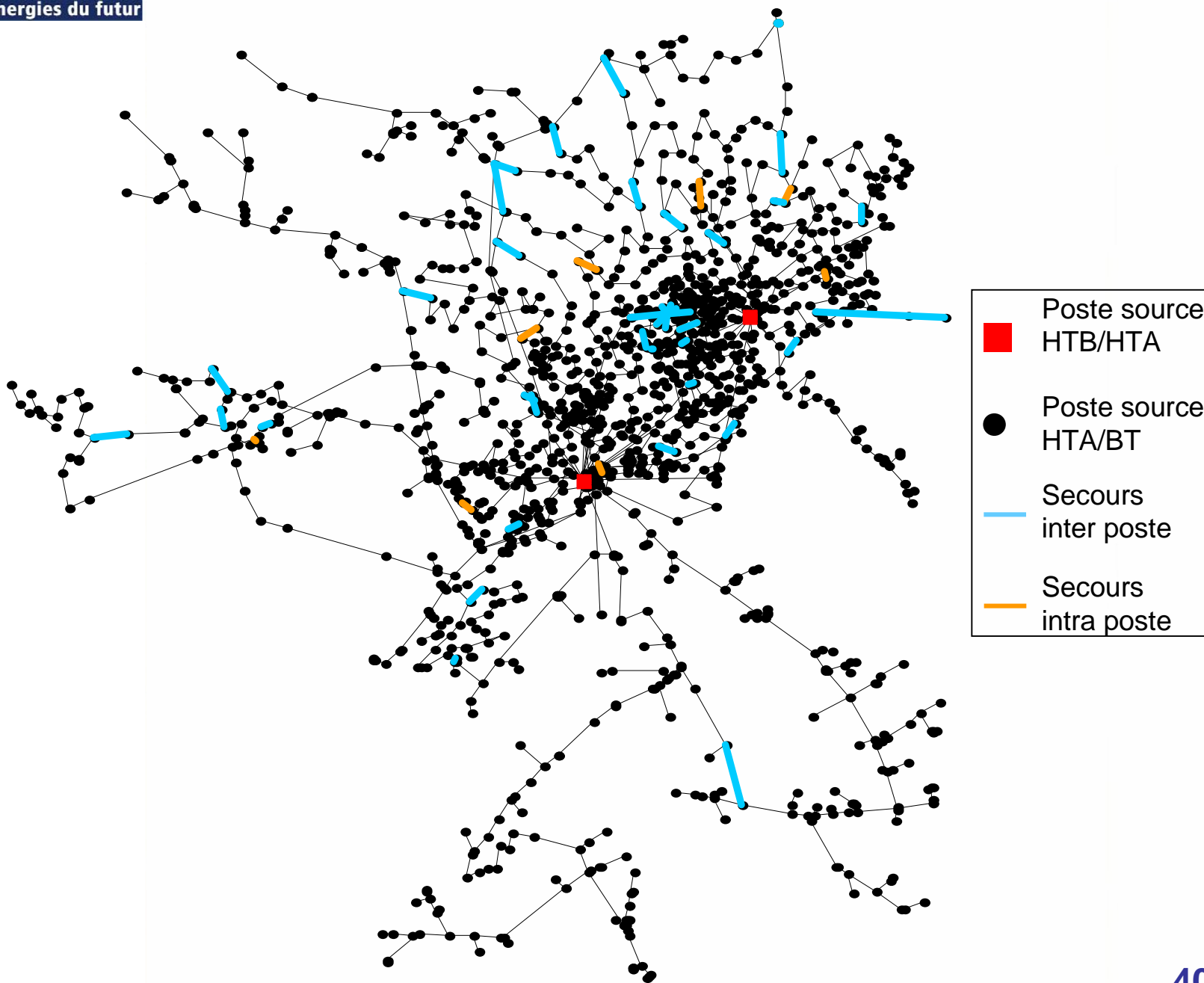
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Objectifs

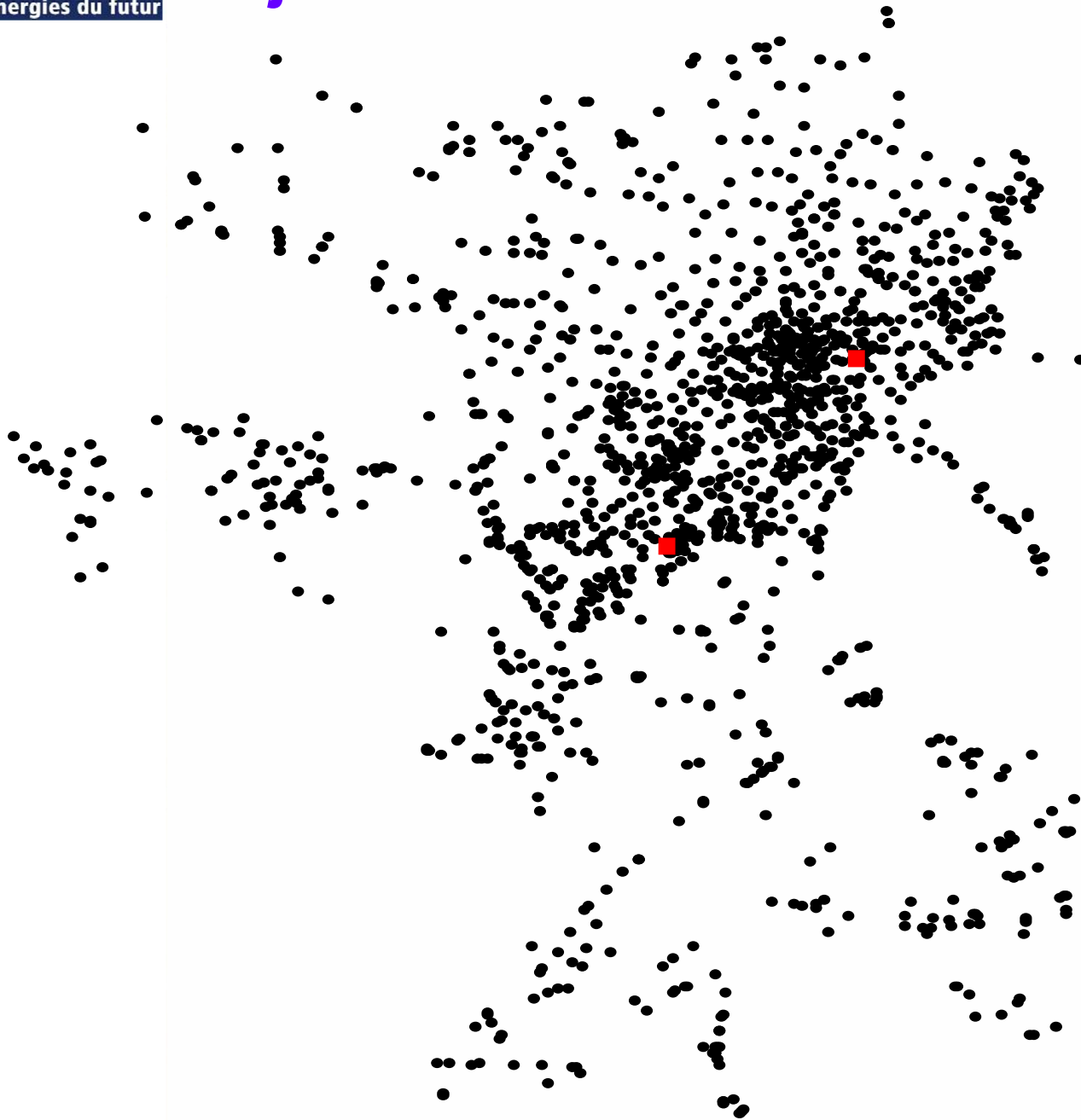
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



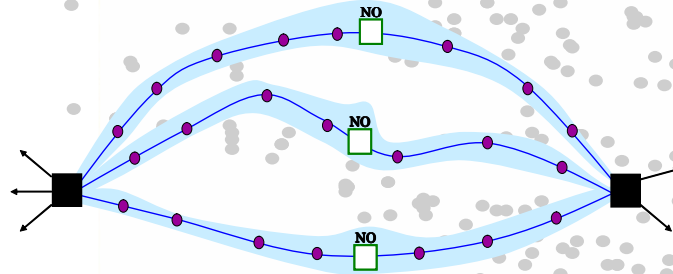
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

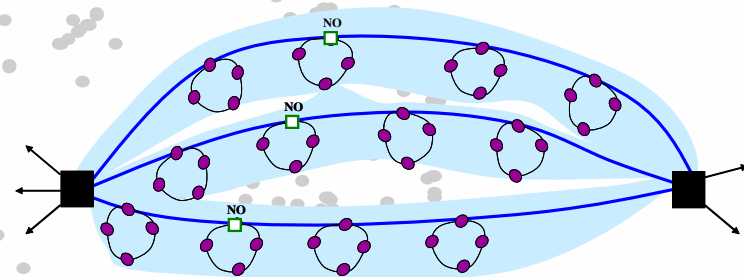
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

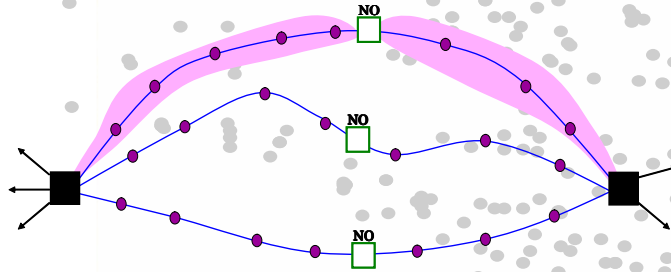
- Conclusion générale et perspectives



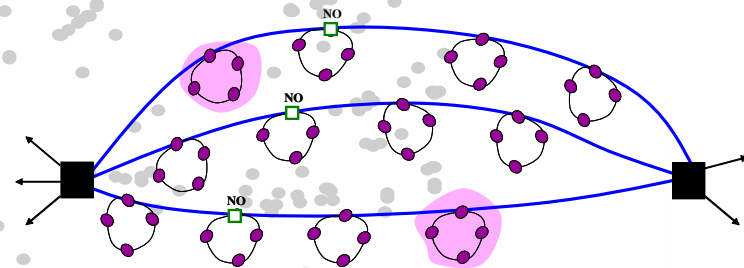
Placement des conducteurs
Équilibrage des zones de PL
Minimisation des longueurs



- Insertion de GED dans le réseau de distribution
- Architectures existantes et architecture novatrice
- Algorithmes de construction d'architectures cibles
- Application et comparaison sur un réseau réel
- Conclusion générale et perspectives



Placement des conducteurs
Équilibrage des zones de PL
Minimisation des longueurs



Problème de tournée

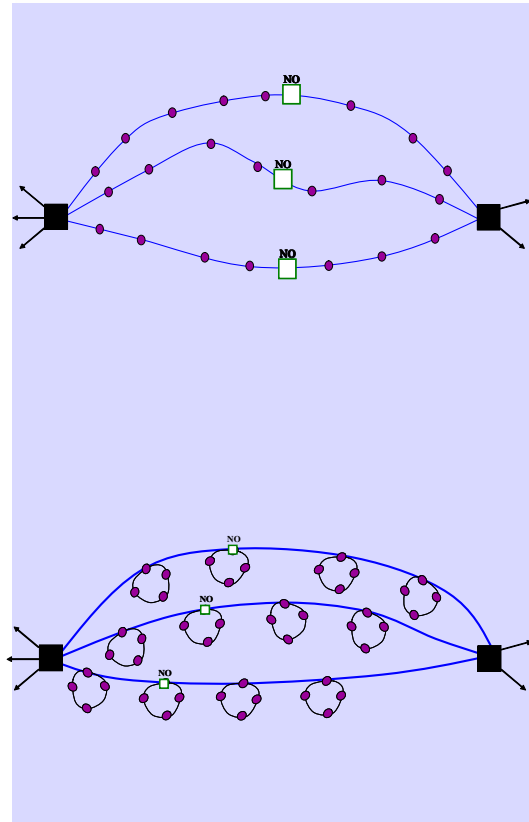
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

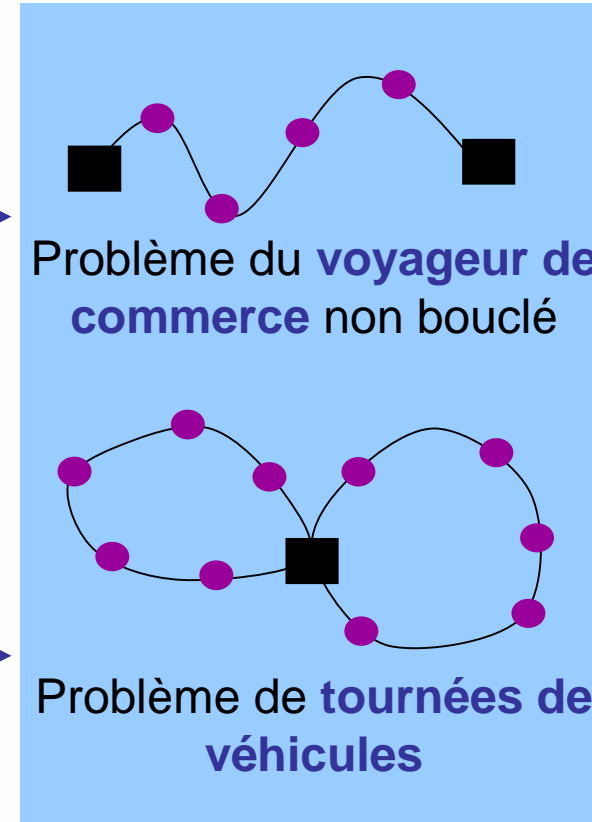
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Minimiser les longueurs
Équilibrer les PL



Problème du voyageur de commerce non bouclé

Problème de tournées de véhicules

Minimiser la longueur

Fonction multicritère non linéaire
Deux critères contradictoires

Problèmes NP difficiles

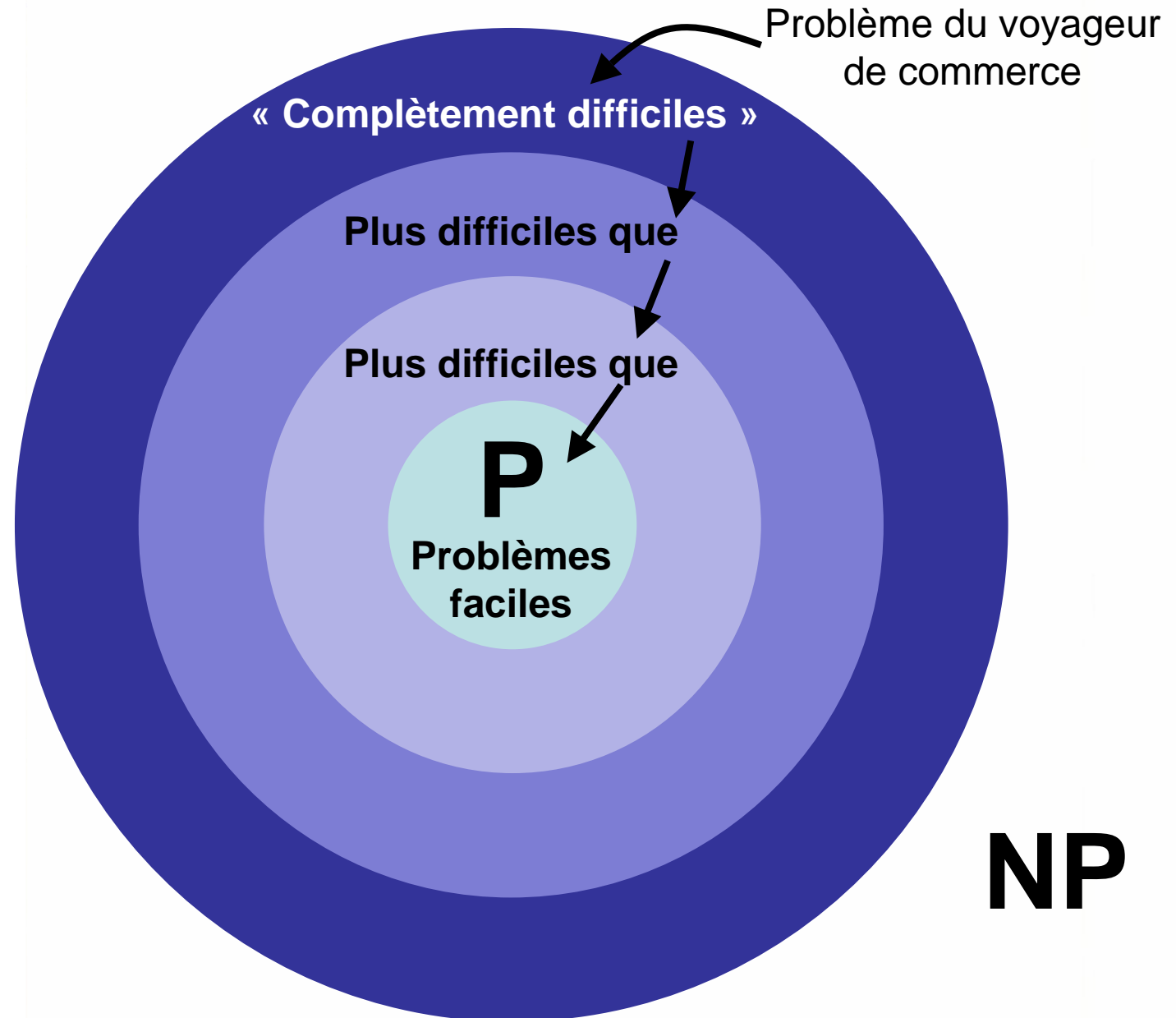
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Solution initiale en 2 étapes

1 - Critères géométriques simples

2 - Voyageur de commerce

- Coupure d'artère : VC4

- Boucles : Christofides-2

3 - Échanges de points

- Sélection de l'artère (ou boucle) la plus déséquilibrée en PL

Heuristique d'amélioration

- Don ou réception d'un nœud

- Reconstruction (voyageur de commerce)

- Vérification de non intersection

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Critère d'équilibrage des PL

$$E = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (PL(i) - \overline{PL})^2}}{\frac{n}{\overline{PL}}} \times 100$$

E = Écart type des PL par rapport à la moyenne (%)

n = nombre de zones

PL(i) = Produit PL de la zone i (MVA.km)

$$\overline{PL} = \frac{\sum_{i=1}^n PL(i)}{n}$$

Critère de minimisation de L

- Échange des points les plus proches
- Voyageur de commerce

Construction de la coupure d'artère

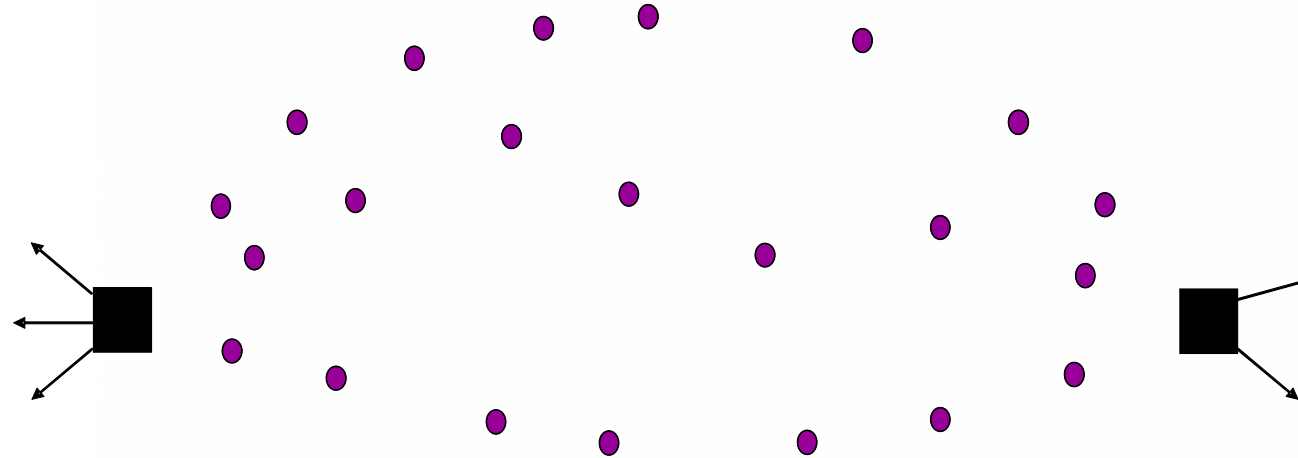
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Construction de la coupure d'artère

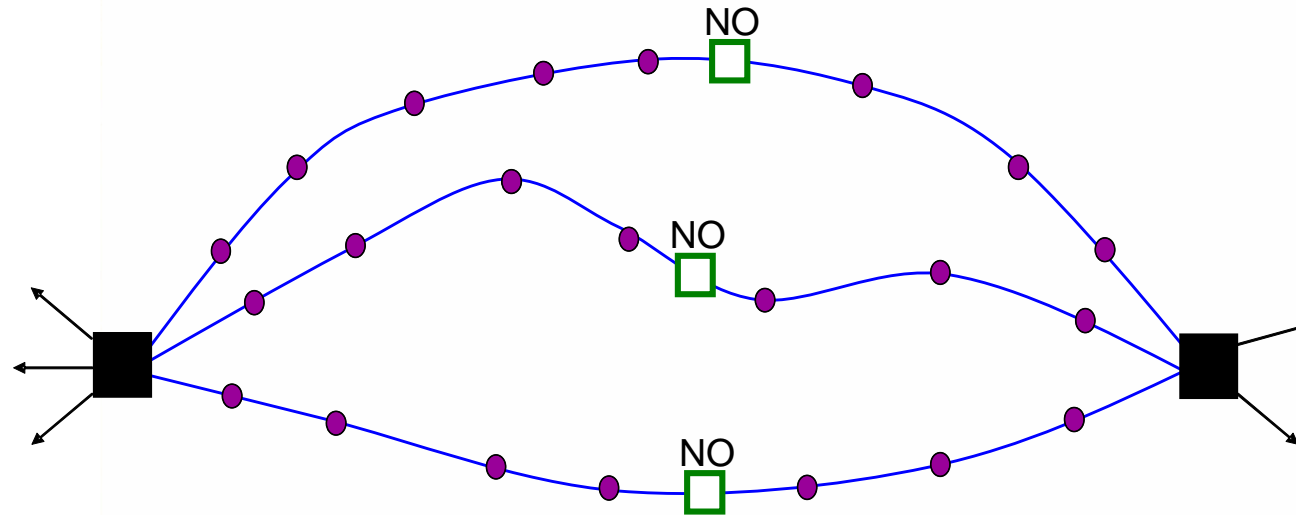
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Algorithme de construction des **artères principales**

Construction de la structure hybride

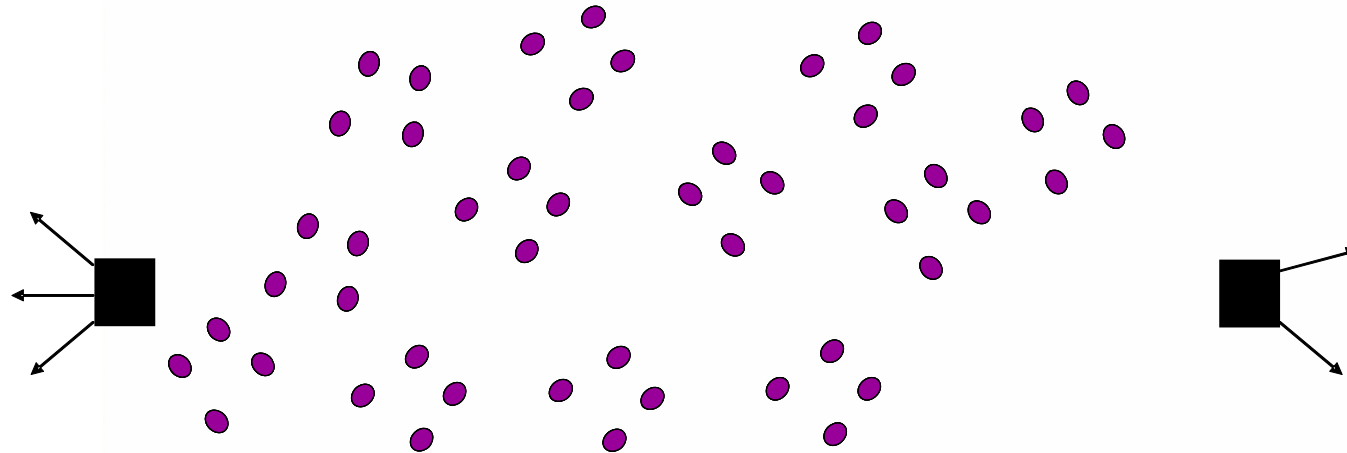
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Construction de la structure hybride

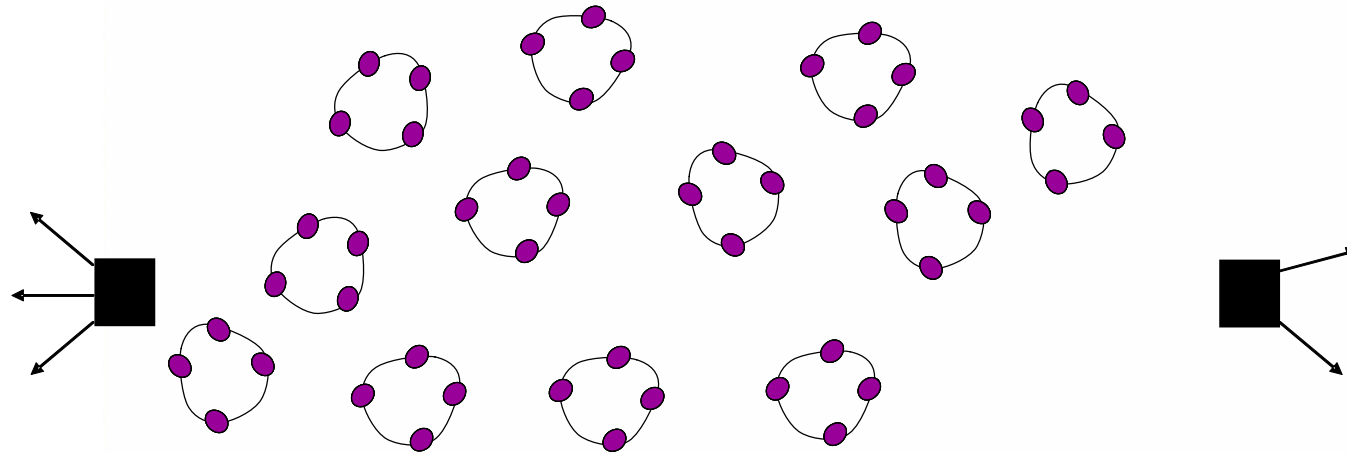
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Algorithme de construction des **boucles**

Construction de la structure hybride

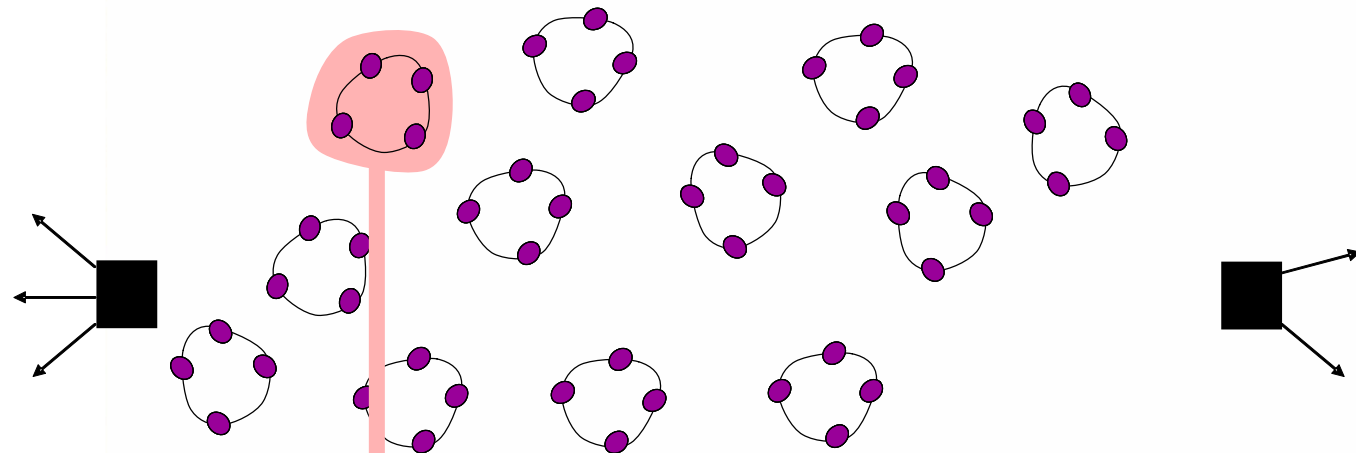
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

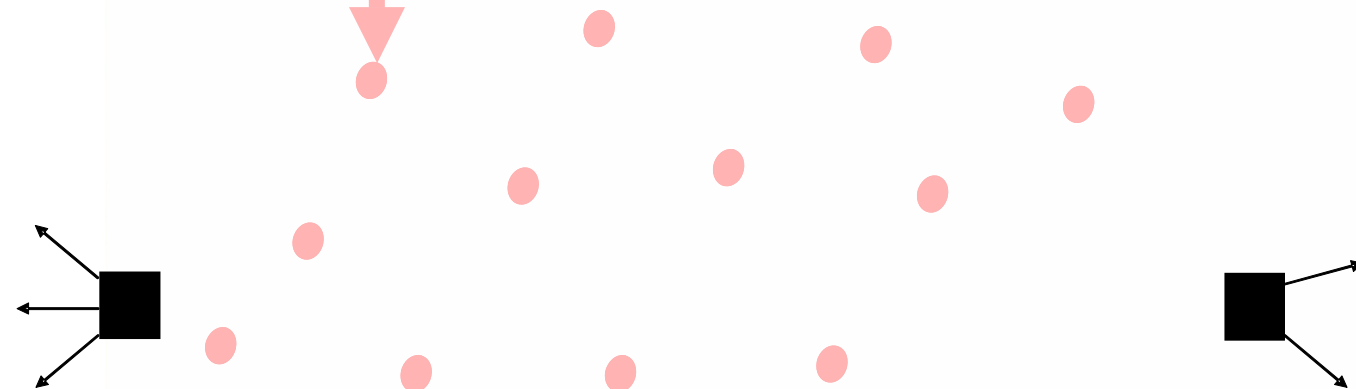
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Algorithme de construction des **boucles**



Algorithme de construction des **artères principales**

Construction de la structure hybride

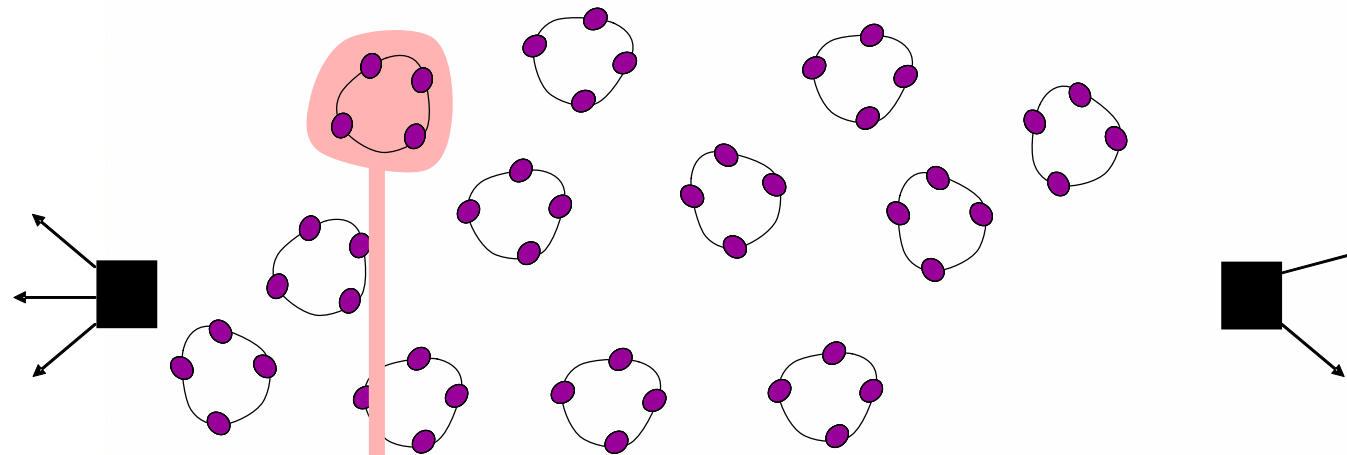
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

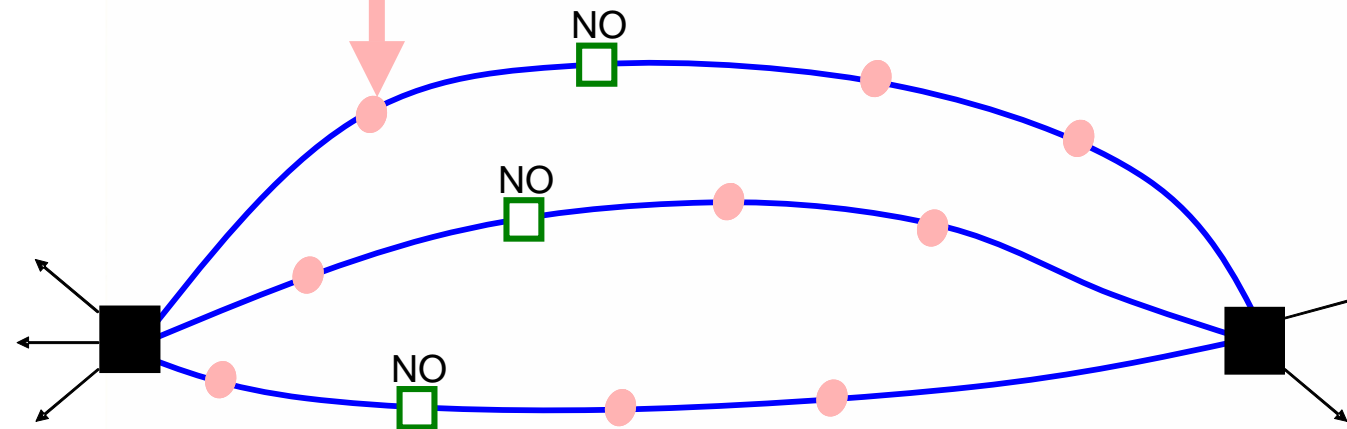
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Algorithme de construction des **boucles**



Algorithme de construction des **artères principales**

Construction de la structure hybride

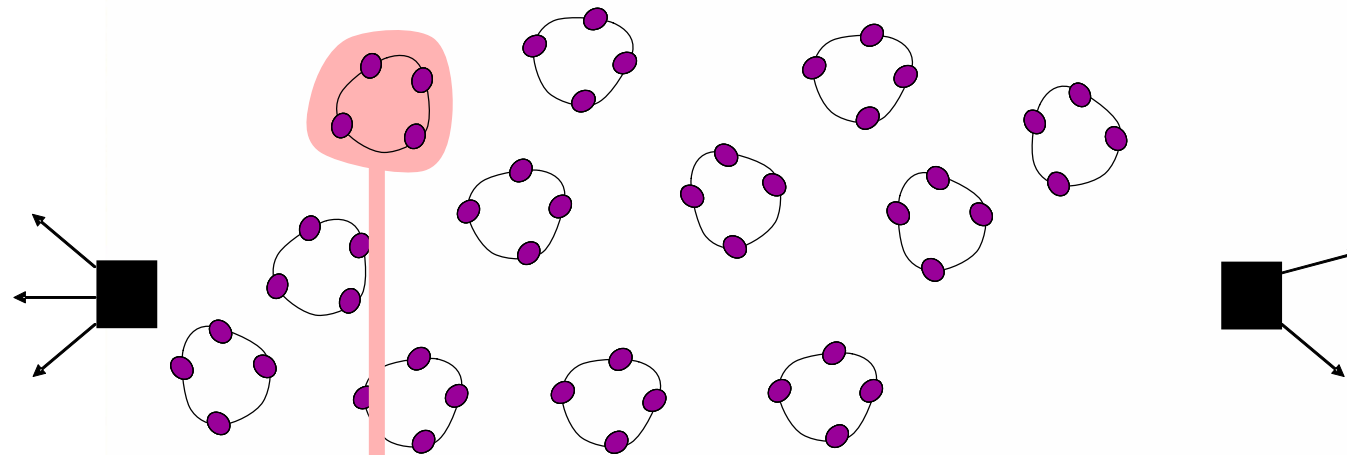
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

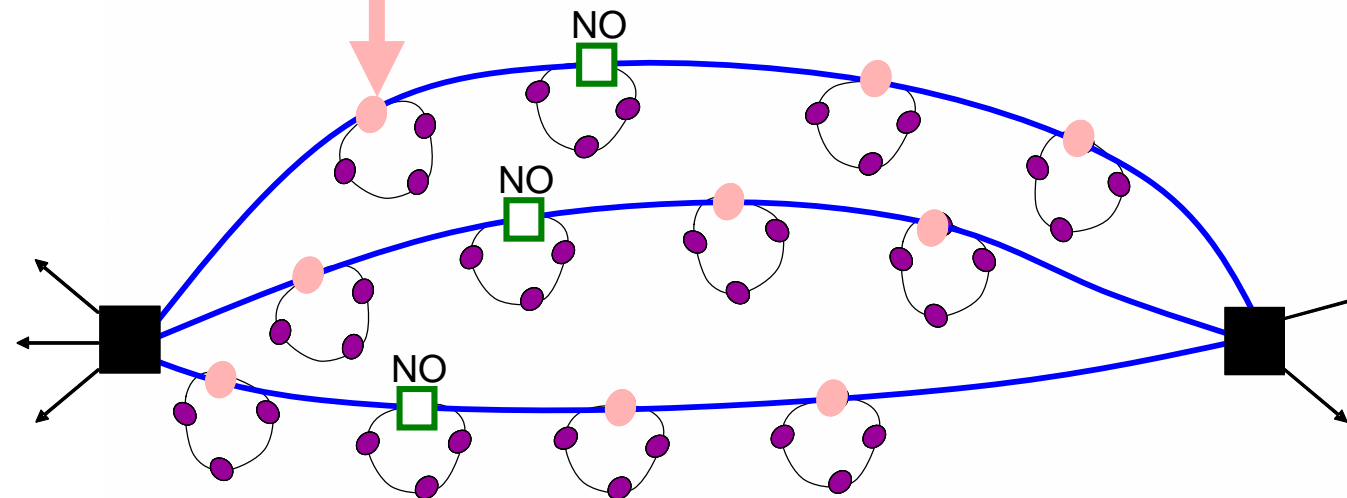
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Algorithme de construction des **boucles**



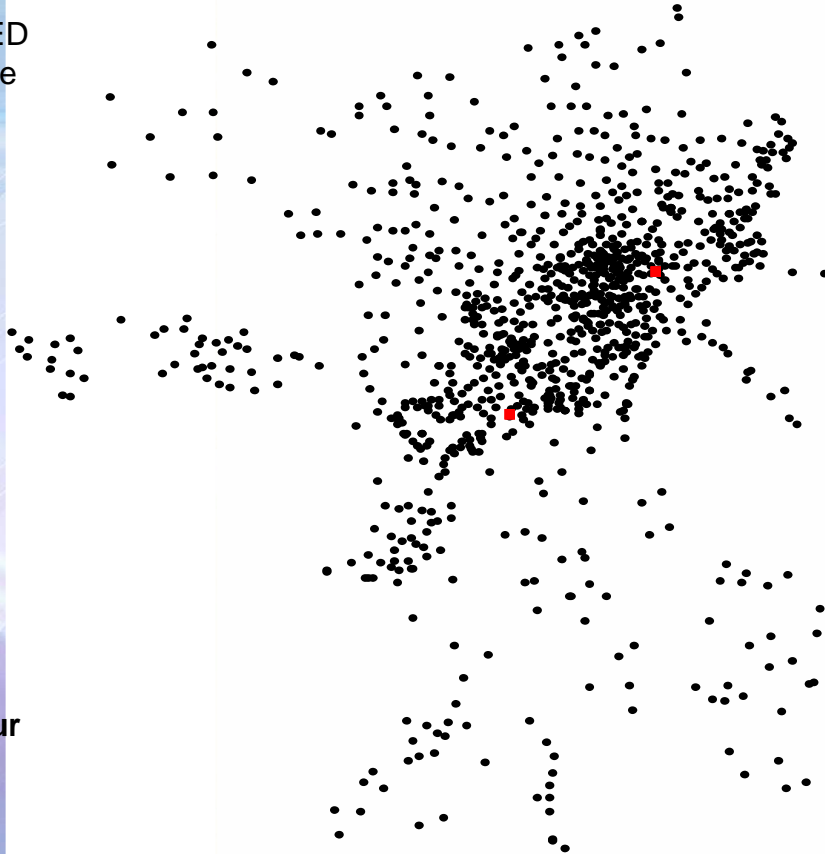
Algorithme de construction des **artères principales**

Plan général

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution
- 2 - Architectures existantes et architecture novatrice
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel**
- 5 - Conclusion générale et Perspectives

Réseau réel de type urbain

- Insertion de GED dans le réseau de distribution
- Architectures existantes et architecture novatrice
- Algorithmes de construction d'architectures cibles
- **Application et comparaison sur un réseau réel**
- Conclusion générale et perspectives

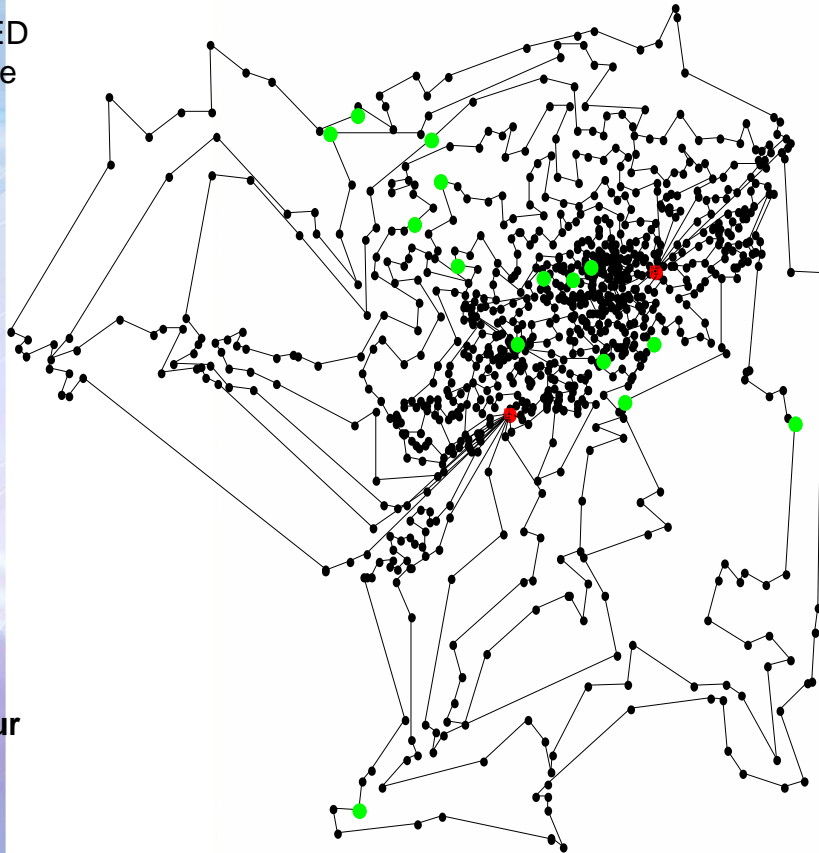


Type de réseau : urbain

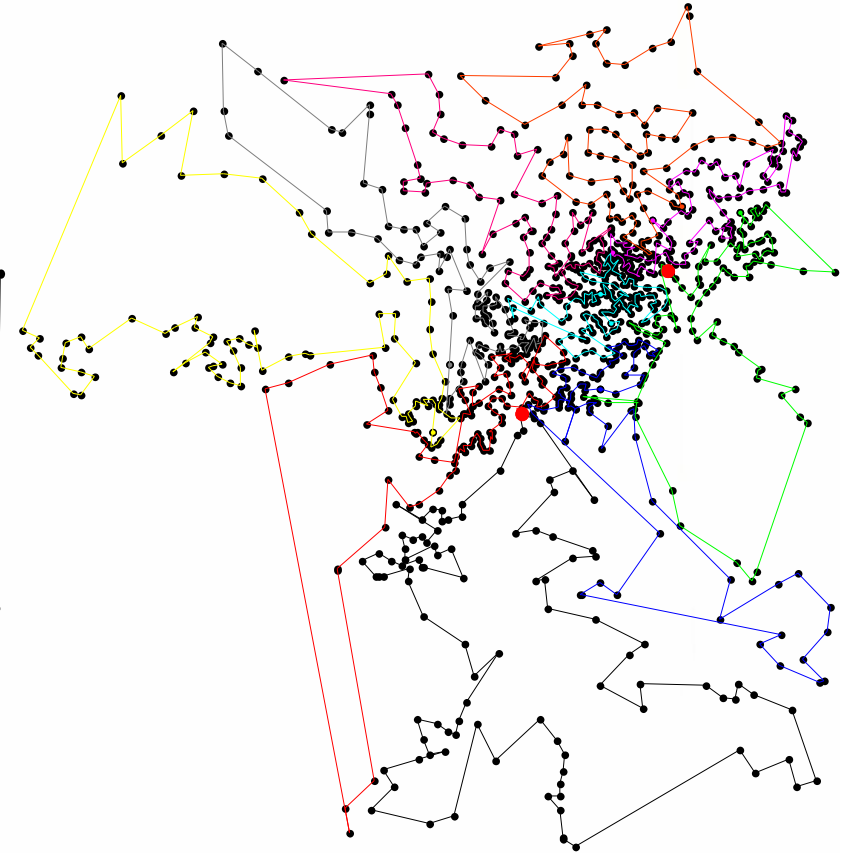
- Nombre de postes HTA/BT : 984
- Nombre de clients : 85 239 (BT et HTA)
- Puissance active totale consommée : 151,4 MW

Architectures obtenues

- Insertion de GED dans le réseau de distribution
- Architectures existantes et architecture novatrice
- Algorithmes de construction d'architectures cibles
- **Application et comparaison sur un réseau réel**
- Conclusion générale et perspectives



Exemple avec 15
artères



Exemple avec 10
boucles

- Poste source HTB/HTA
- Organe de coupure normalement ouvert
- Poste HTA/BT (consommateurs)

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Investissement

- Dimensionnement des conducteurs (normal et secours)
- Organes de manoeuvre télécommandés et protections distribuées

Coût des pertes

- Pertes fonction du type de conducteurs

Coût de la défaillance

- Coût de l'énergie non distribuée $\rightarrow C_{END} = C_{ENDu} \times END \rightarrow$ Énergie non distribuée

- Coût des coupures $\rightarrow C_{coupure} = C_{cu} \times N_{coup} \times P_{max} \times \frac{h_{max}}{8760}$ Durée d'utilisation à P_{max}
- $0,8 \text{ €/kW}$ Nombre de coupures Puissance maximale

Actualisation $\rightarrow C_{act} = \sum_{n=0}^N \frac{C(n)}{(1+i)^n}$

Coût global du réseau

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

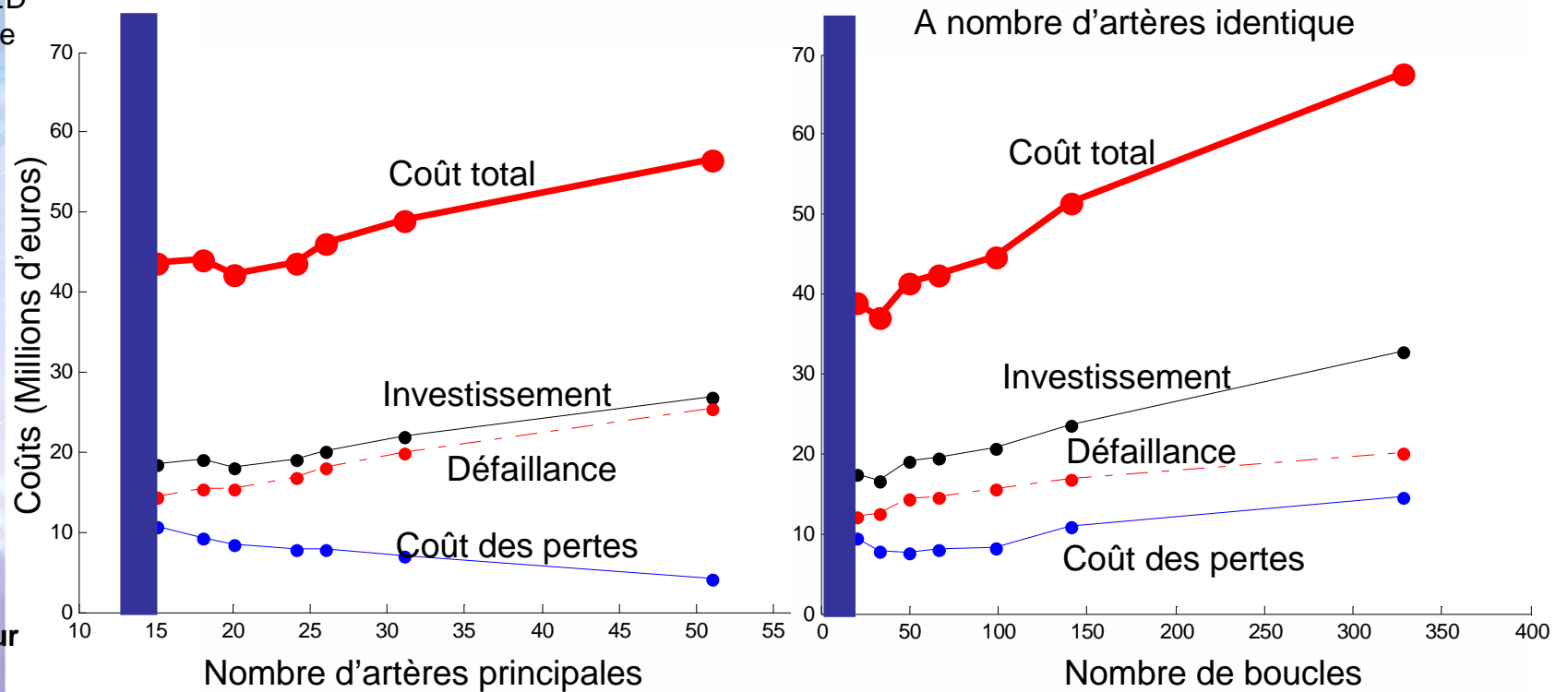
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Limite de dimensionnement



Coût global du réseau

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

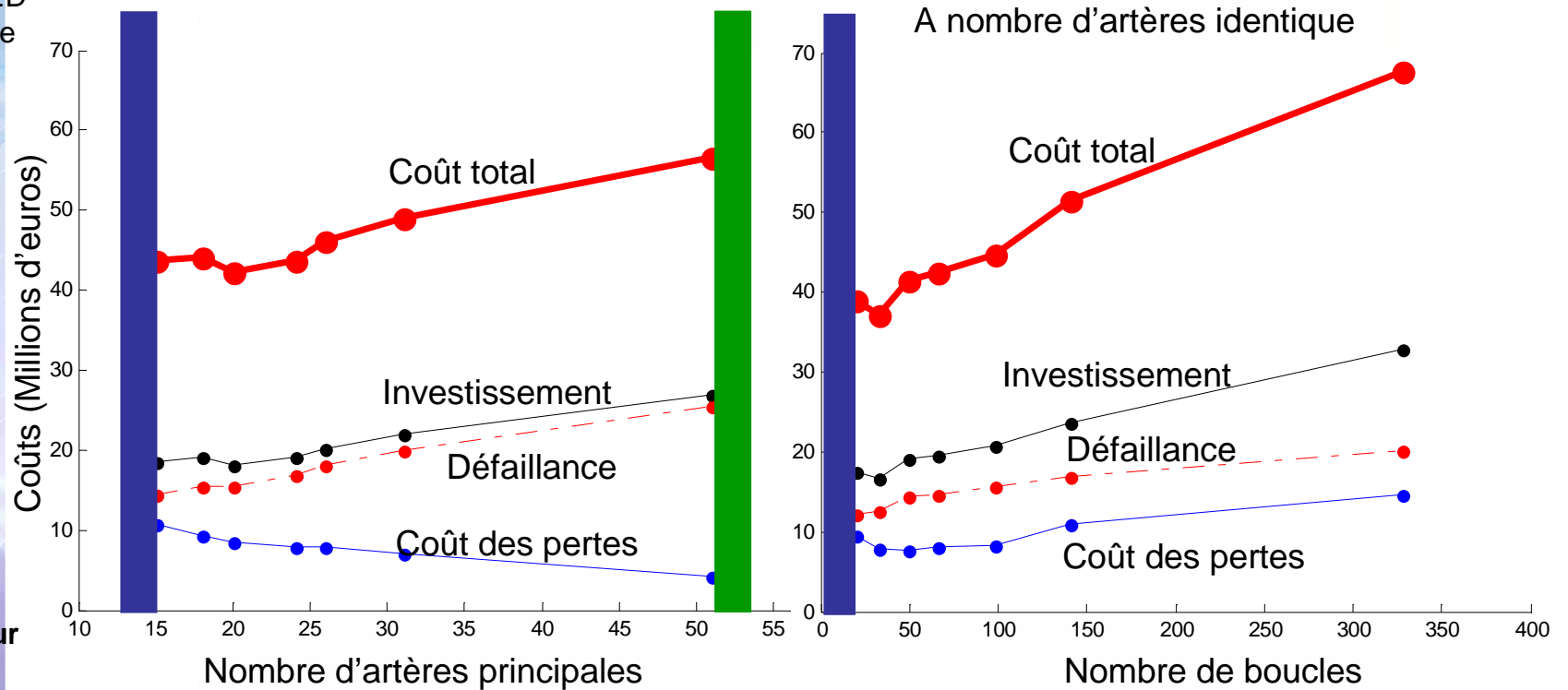
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Problème de graphe planaire



Coût global du réseau

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

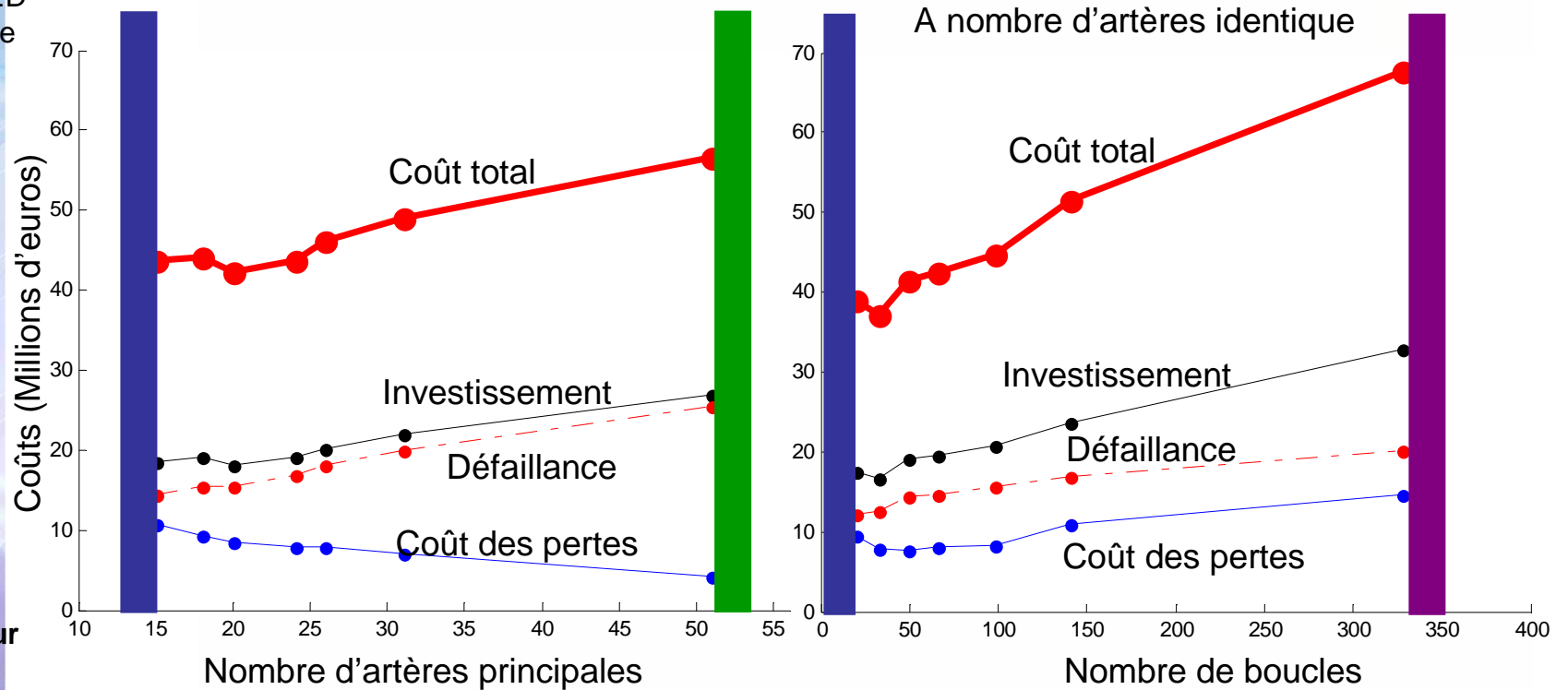
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Problème de création de boucles



Coût global du réseau

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

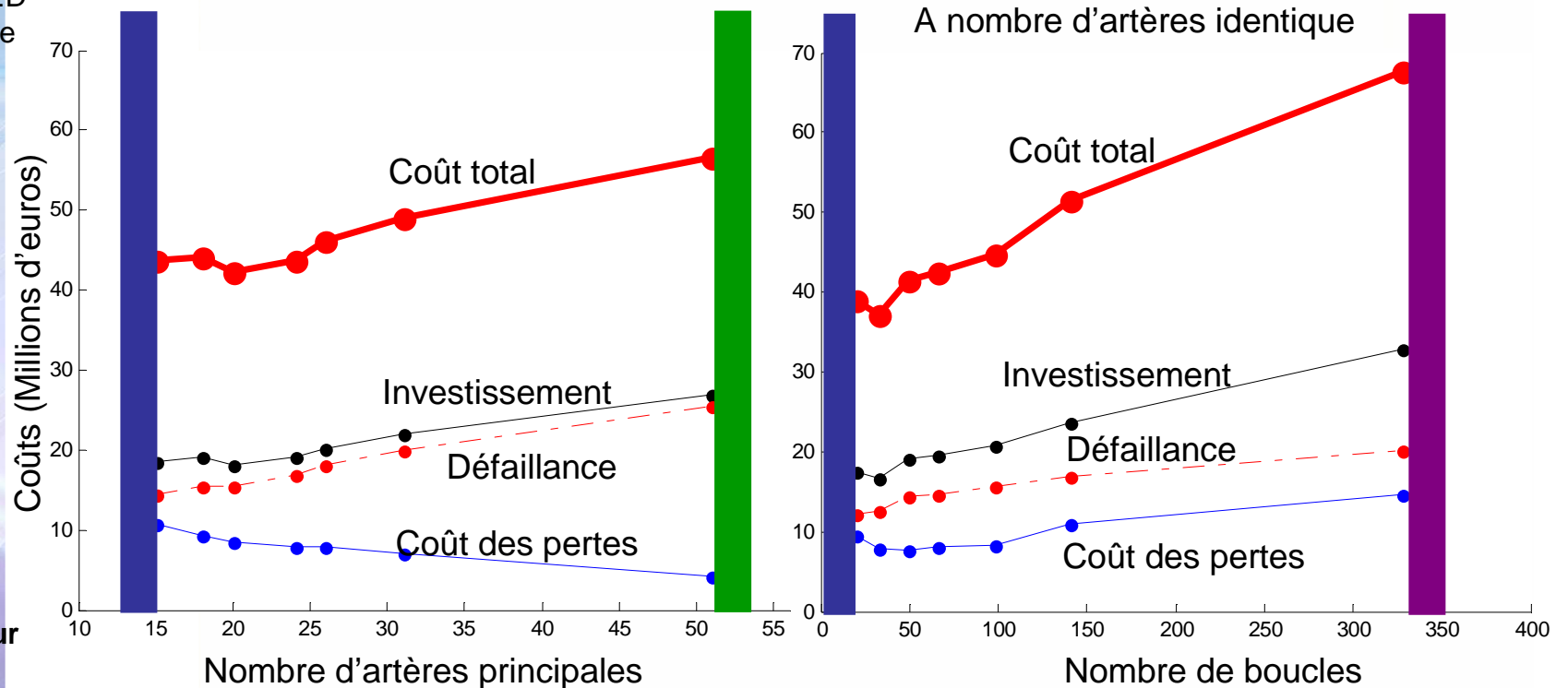
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Problème de création de boucles



Coupure d'artère

- Augmentation de l'investissement et du coût de défaillance
- Diminution des pertes (→ Section)
- Présence d'un minimum dans le coût global (20 artères)

Coût global du réseau

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

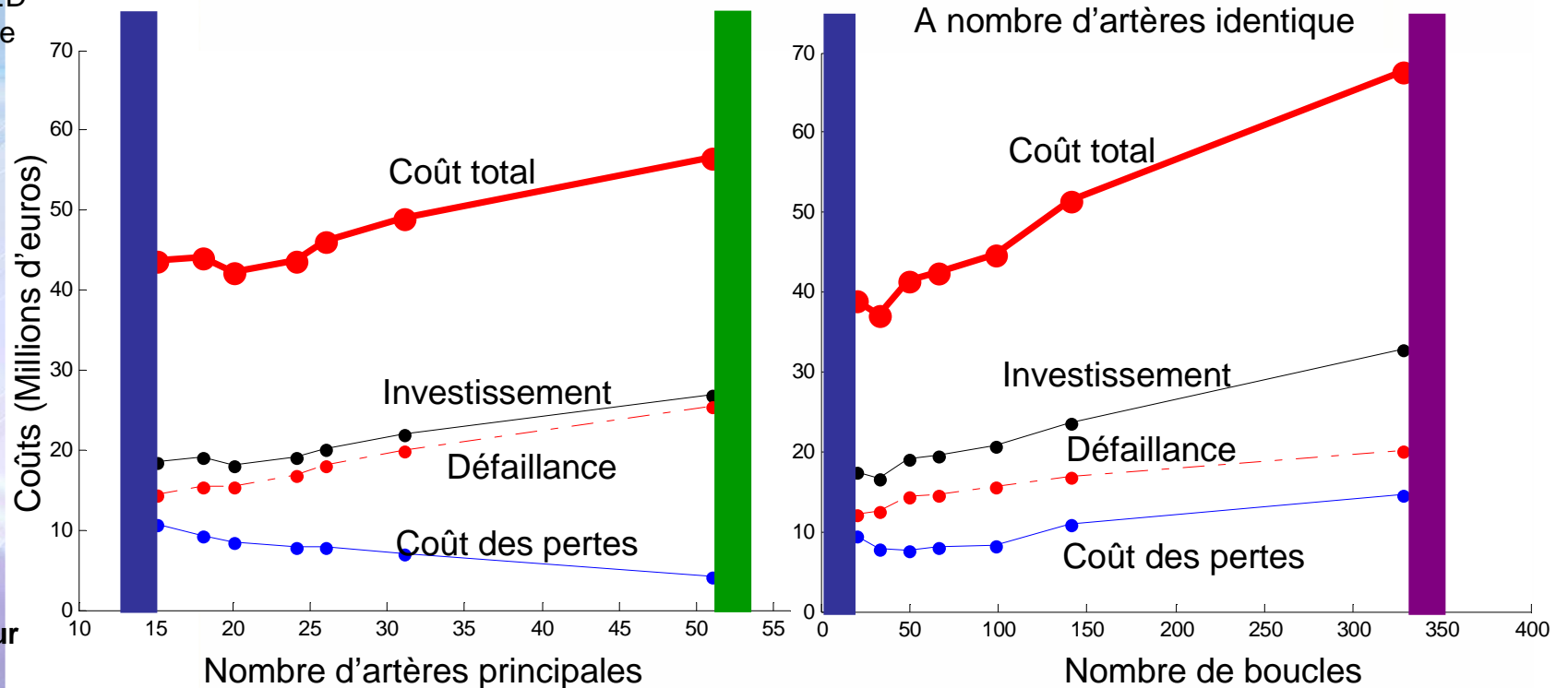
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Problème de création de boucles



Structure hybride

- Profil non monotone des pertes (choix discret des conducteurs)
- Minimum des pertes entre 50 et 100 boucles
- Coût total inférieur (nombre de boucles < 200)

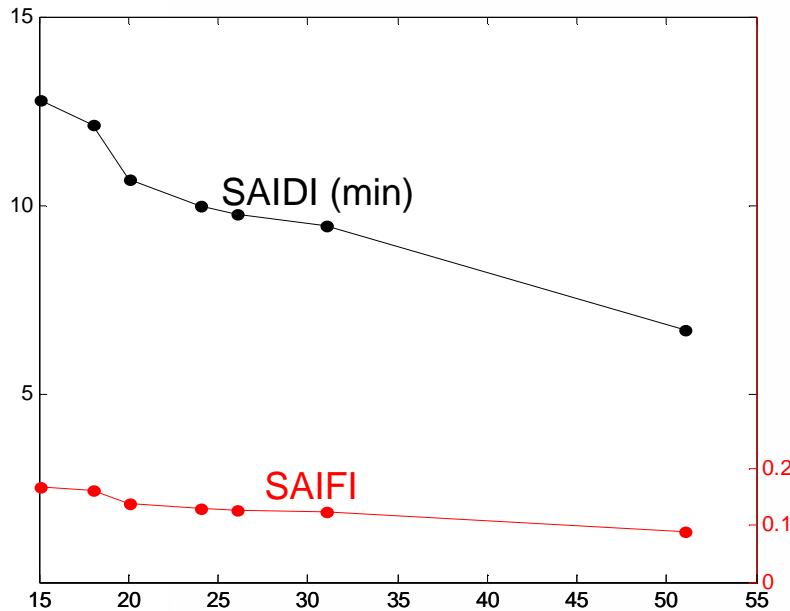
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

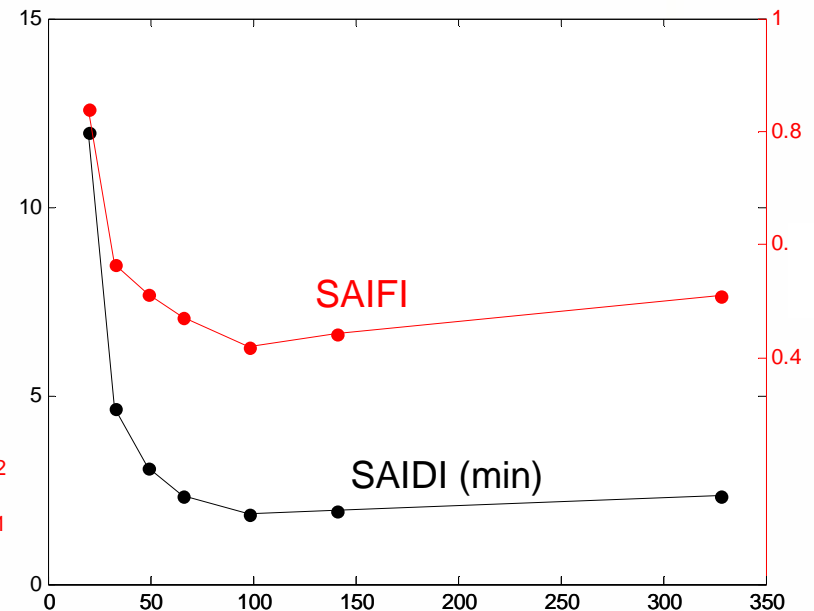
- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Nombre d'artères



Nombre de boucles

Boucles

- SAIFI plus important boucles
- + SAIDI : **gain** important avec les boucles (**rapport > 2**)
- + Présence d'un minimum entre 50 et 100 boucles

Taux d'insertion

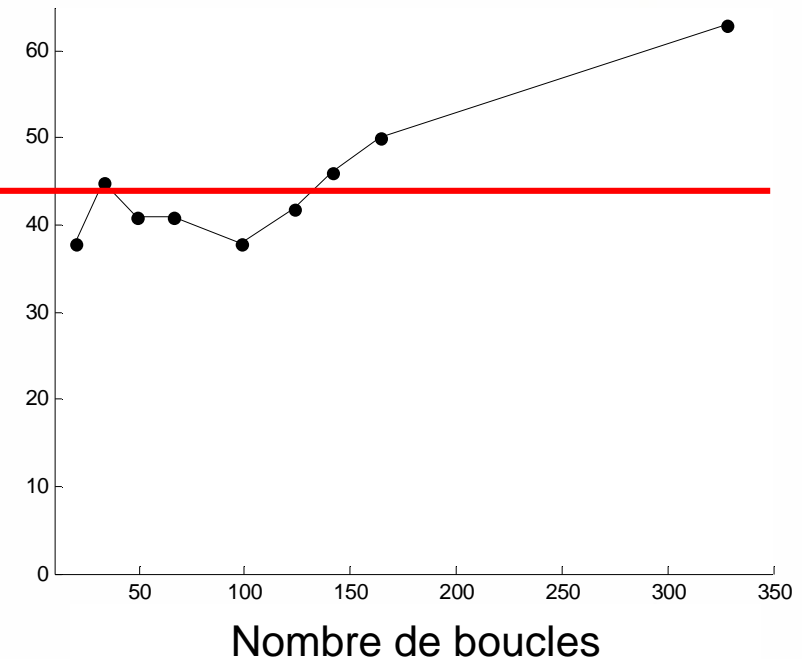
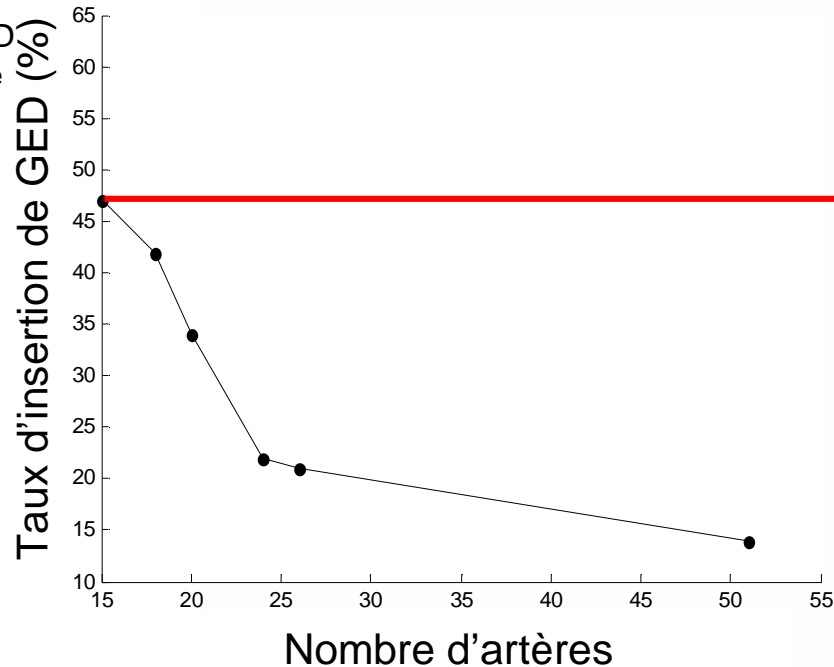
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Coupure d'artère

- Diminution du taux d'insertion avec le nombre d'artères,
- Taux majoré à 47%

Taux d'insertion

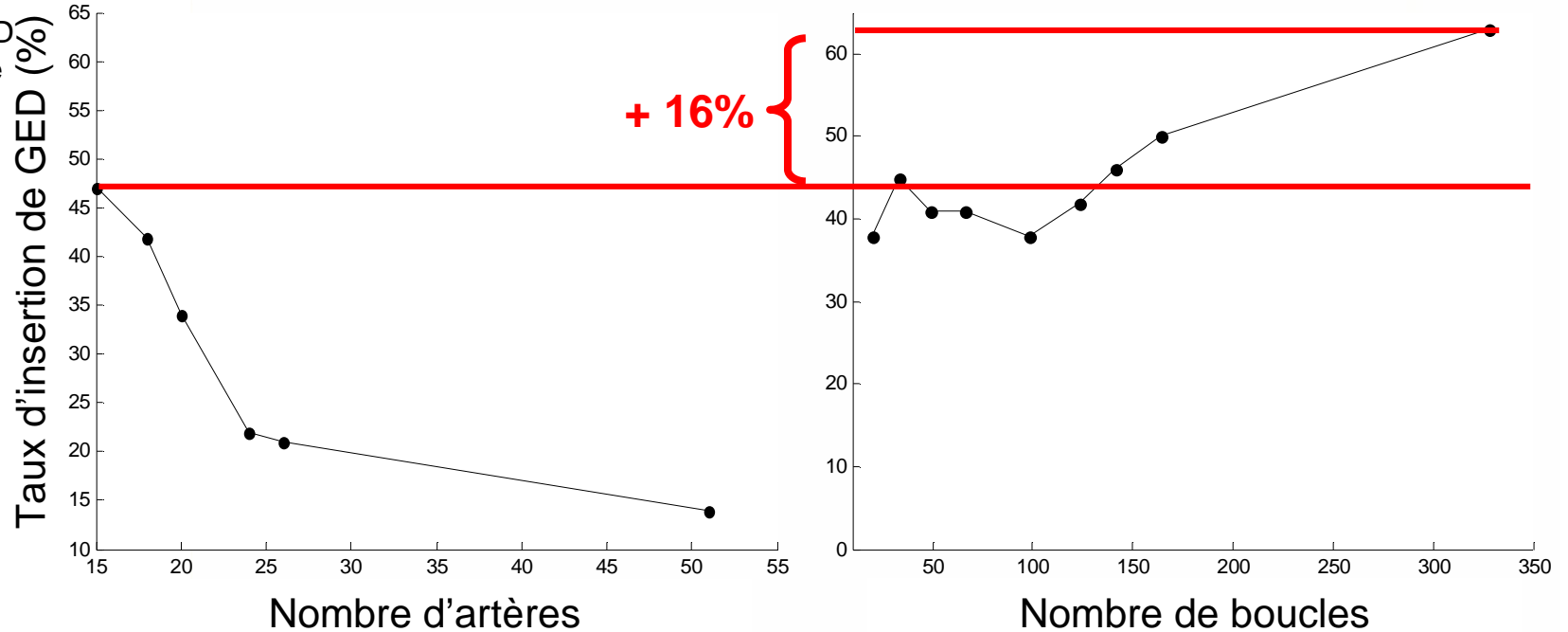
- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives



Boucles

- Augmentation du taux d'insertion à partir de 100 boucles
- Nombre faible de boucles → résultats proches de la coupure d'artère
- Taux majoré à 63%
- Taux supérieur à 47% à partir de 141 boucles

Conclusions

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

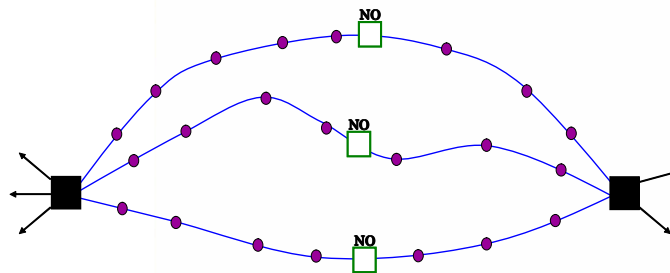
- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

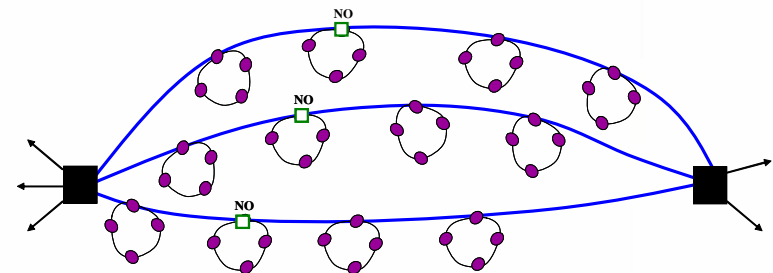
- Application et comparaison sur un réseau réel

- Conclusion générale et perspectives

Coupure d'artère



Structure hybride



Taux de GED = 47%

- Coût total = 43 M€

- SAIDI = 12,8 min

- Taux maximal à 47%

- + Résultats cohérents

- SAIDI €[6,7 ; 12,8] min

- END € [111,53 ; 846] kWh

- + Coût total = 38 M€

- + Meilleure fiabilité

- + Taux maximal à 67%

- + Meilleure fiabilité

- SAIDI €[1,8 ; 12] min

- END € [90 ; 223] kWh

Plan général

- 1 – Insertion de GED dans le réseau de distribution
- 2 - Architectures existantes et architectures novatrices
- 3 - Algorithmes de construction d'architectures cibles
- 4 - Application et comparaison sur un réseau réel
- 5 - Conclusion générale et Perspectives**

- Insertion de GED dans le réseau de distribution

- Architectures existantes et architecture novatrice

- Algorithmes de construction d'architectures cibles

- Application et comparaison sur un réseau réel

- **Conclusion générale et perspectives**

- **Approche générique**

- ❖ Architecture favorable aux GED
- ❖ Architecture assurant des contraintes de fiabilité et d'égalité des clients à coût minimal

- **Évolution de deux grands choix technologiques français**

- ❖ Exploitation radiale et isolation des défauts
- ❖ Meilleure répartition des flux

- **Structures Hybrides**

- ❖ Conservation des caractères positifs de l'existant (coupure d'artère)
- ❖ Bouclage local en régime permanent

- **Algorithme** d'estimation du taux maximal de GED

- **Comparaison coupure d'artère - structure hybride**

- ❖ structure hybride semble être plus favorable

Merci de votre attention