

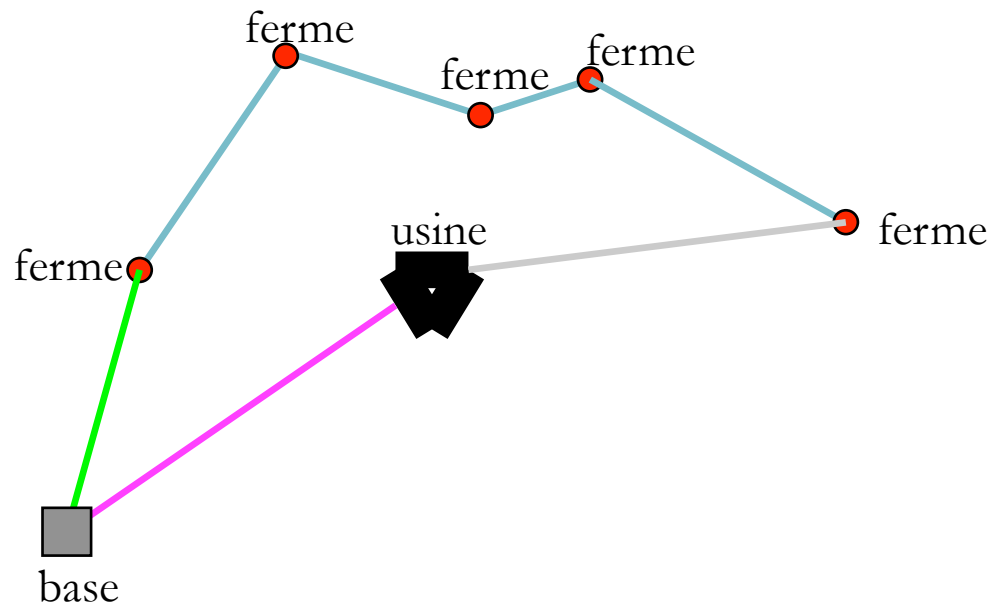
Routes de collecte du lait de la Fédération des producteurs de lait du Québec

*Coordonnateurs. Michel Gendreau
Louis-Martin Rousseau*

*Alessandro Zanarini
Marie-Ève Rancourt
Guillaume Provencher*

Description du problème

- Établir un itinéraire de cueillette du lait chez les fermes laitières au moindre coût possible et ce, tout en respectant les contraintes imposées.
- Au total, il y a 7390 fermes laitières dans le réseau québécois ainsi que 274 véhicules de collecte. Nous avons travaillé sur deux problèmes tests contenant environ 180 fermes.



Segments de ramassage

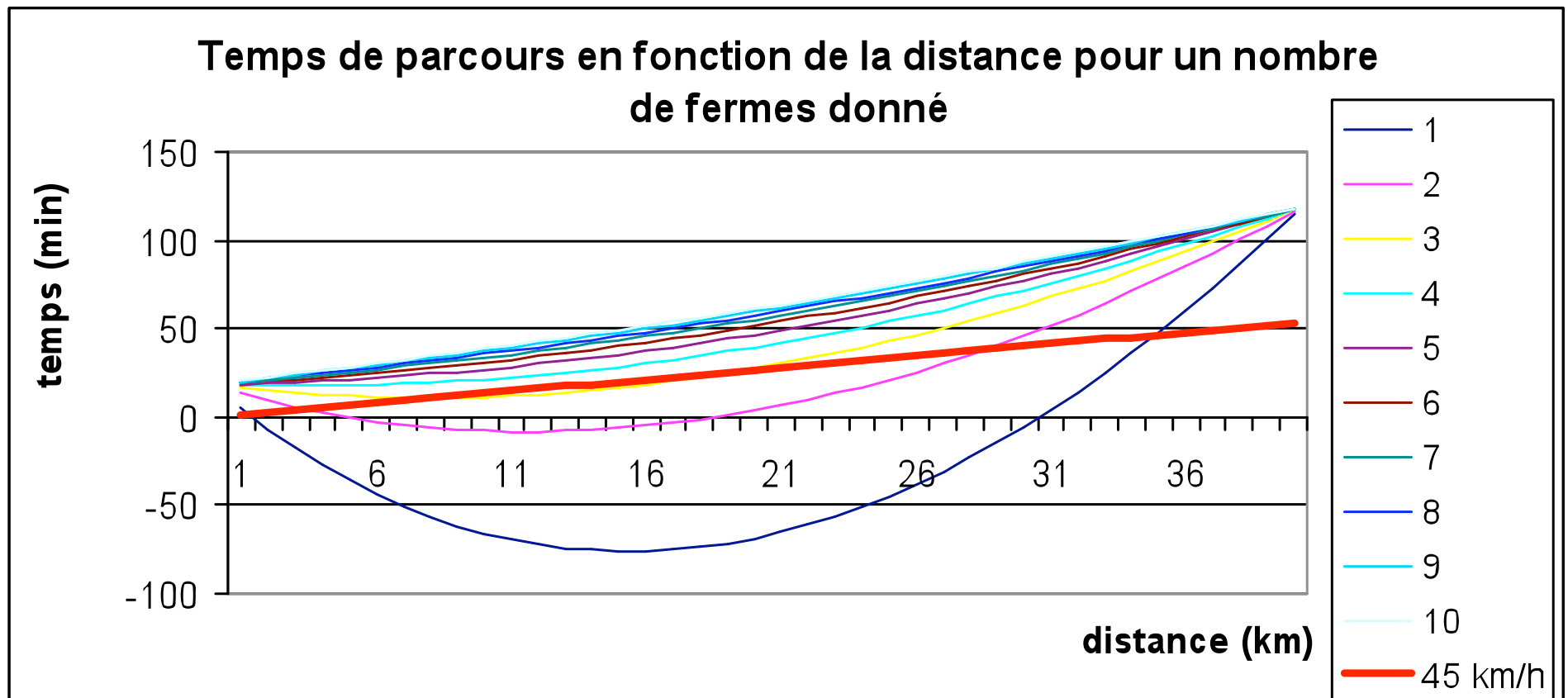
- : segment A
- : segment B
- : segment C
- : segment D

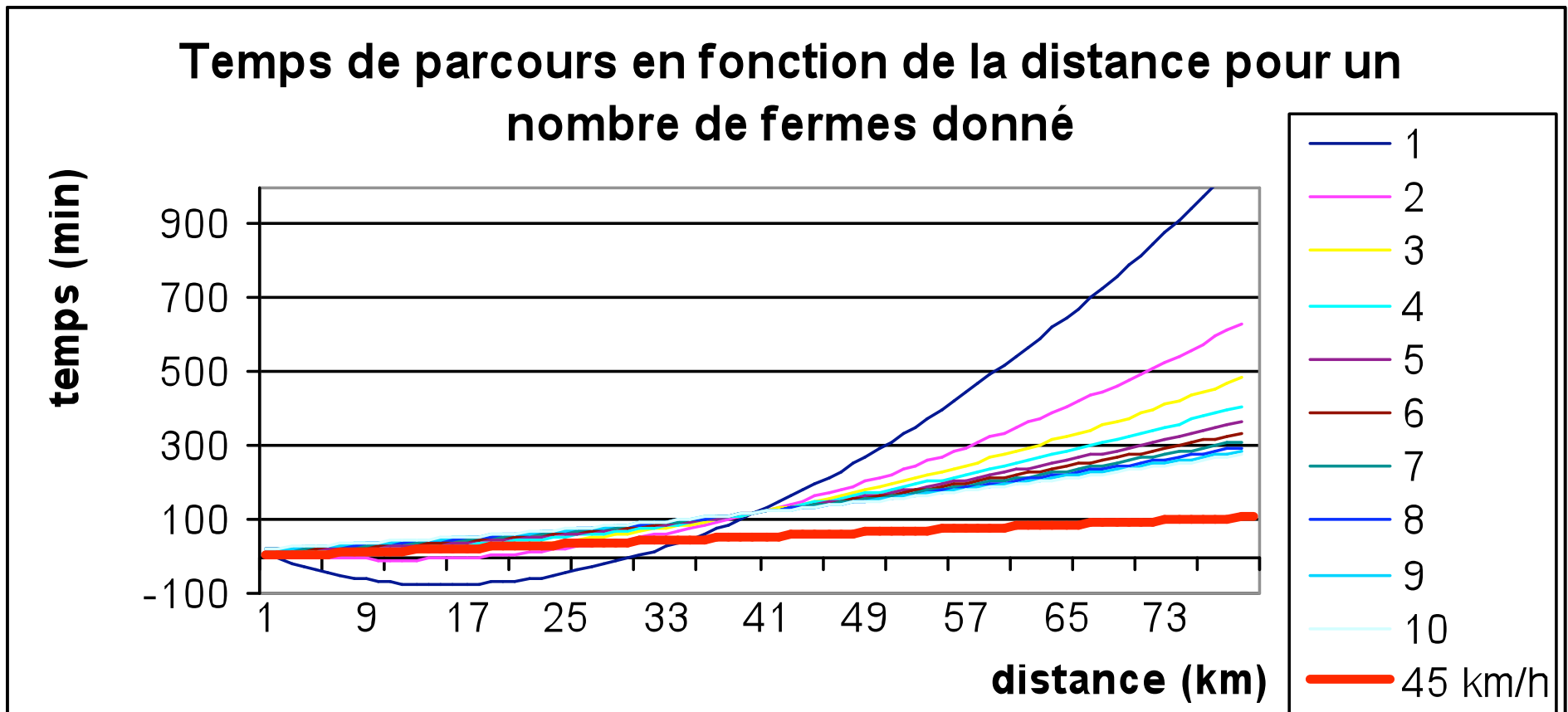
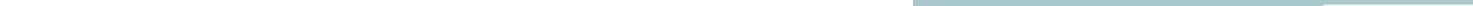
Difficultés

- La fonction de coût dépend des quatre segments de la route.
- Pour le segment de ramassage:
 - x : distance entre le premier et le dernier producteur moins le nombre de km supérieurs à 34 km entre 2 producteurs consécutifs.
 - y : le nombre de fermes visitées.
 - Vitesse limitée entre 10 et 45 km/h.

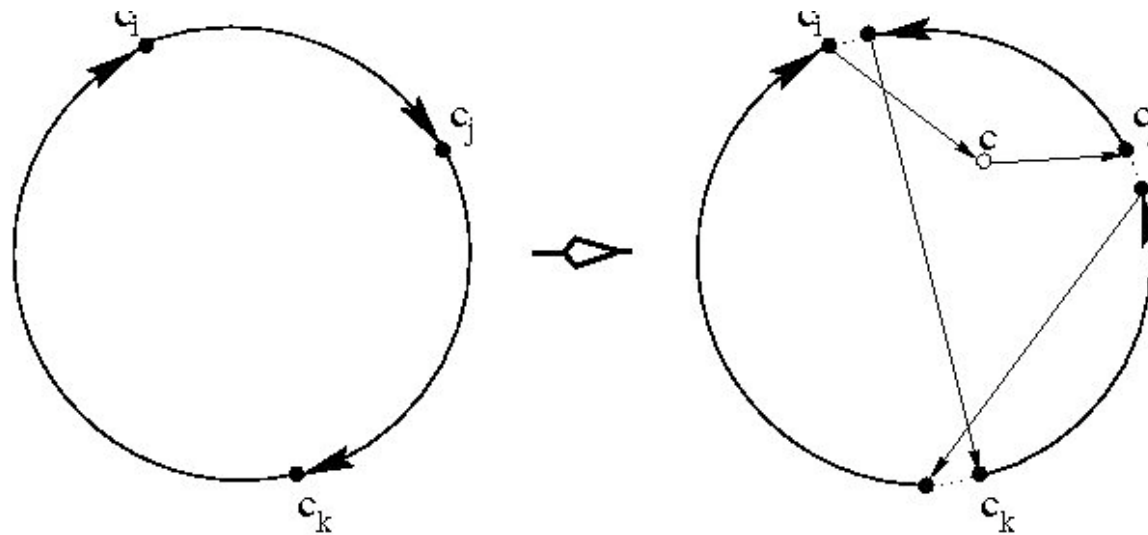
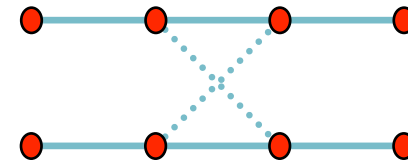
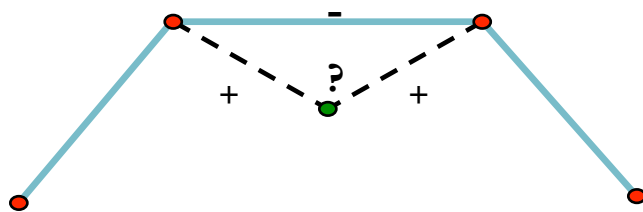
$$B(x) = 17,5 + 13,58662x - 9,20408x^{1,05} - 18,6158\frac{x}{y} + 1,401566\frac{x^{1,7}}{y}$$

Courbe 0-40 km





Impacts sur les opérateurs de construction/amélioration



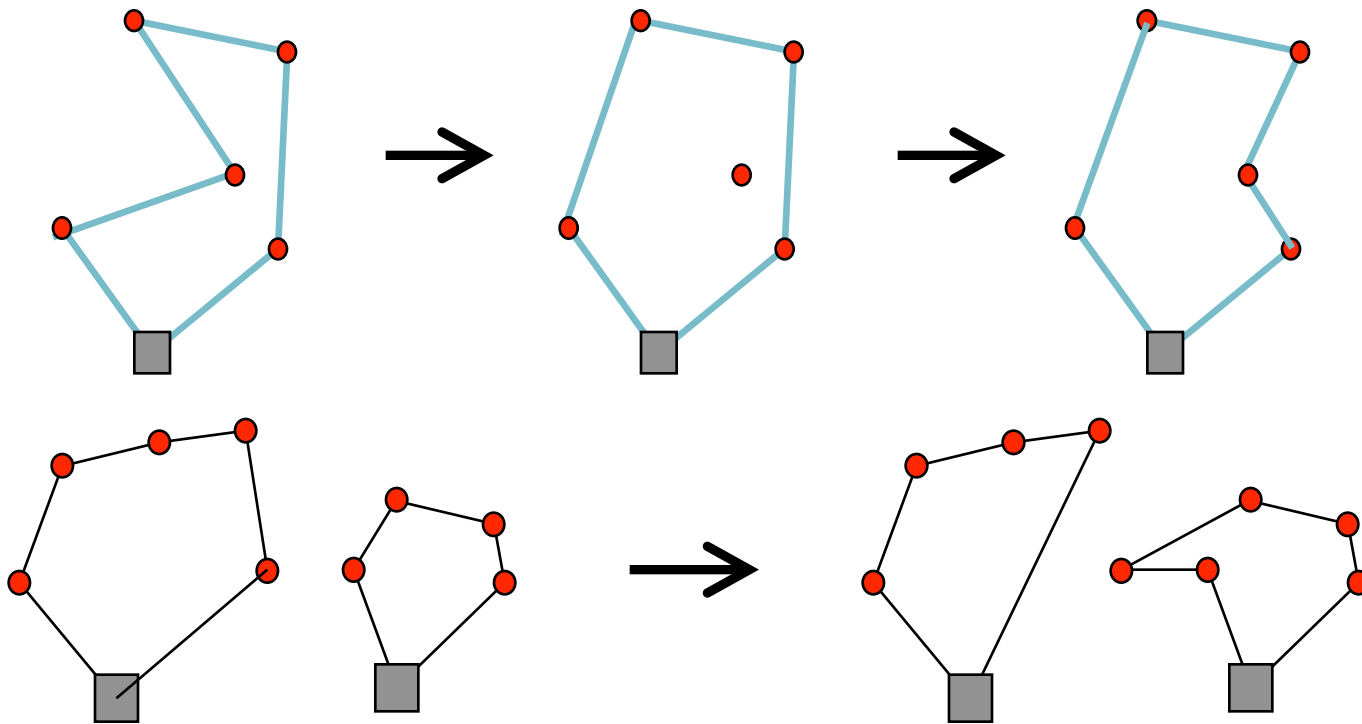
Étapes de réalisation

1. Importation, conversion, formatage de données.
2. Choix de méthodes
3. **Approche direct**
 - Basée sur l'application directe d'une métaheuristique de confection de tournées.
4. **Approche multi phases:**
 - Regroupement des fermes
+ allocation à une base et choix d'usine
 - Séquençage des routes de ramassage

Approche directe

- Recherche avec tabous basée sur des retraits/insertions.

Unified Tabu Search : Cordeau Laporte Mercier



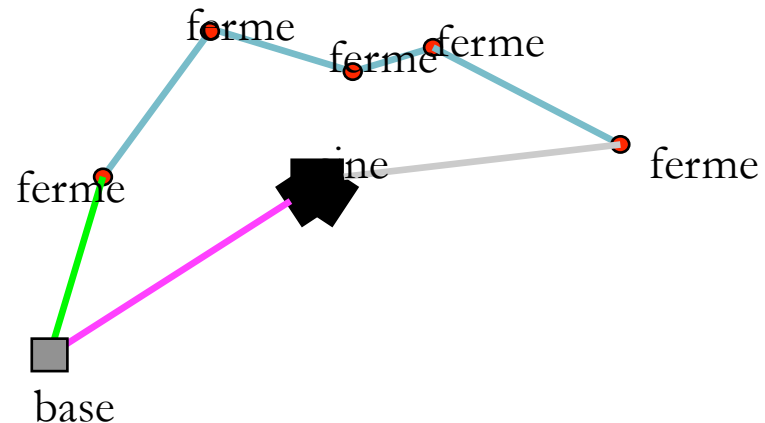


La recherche avec tabous

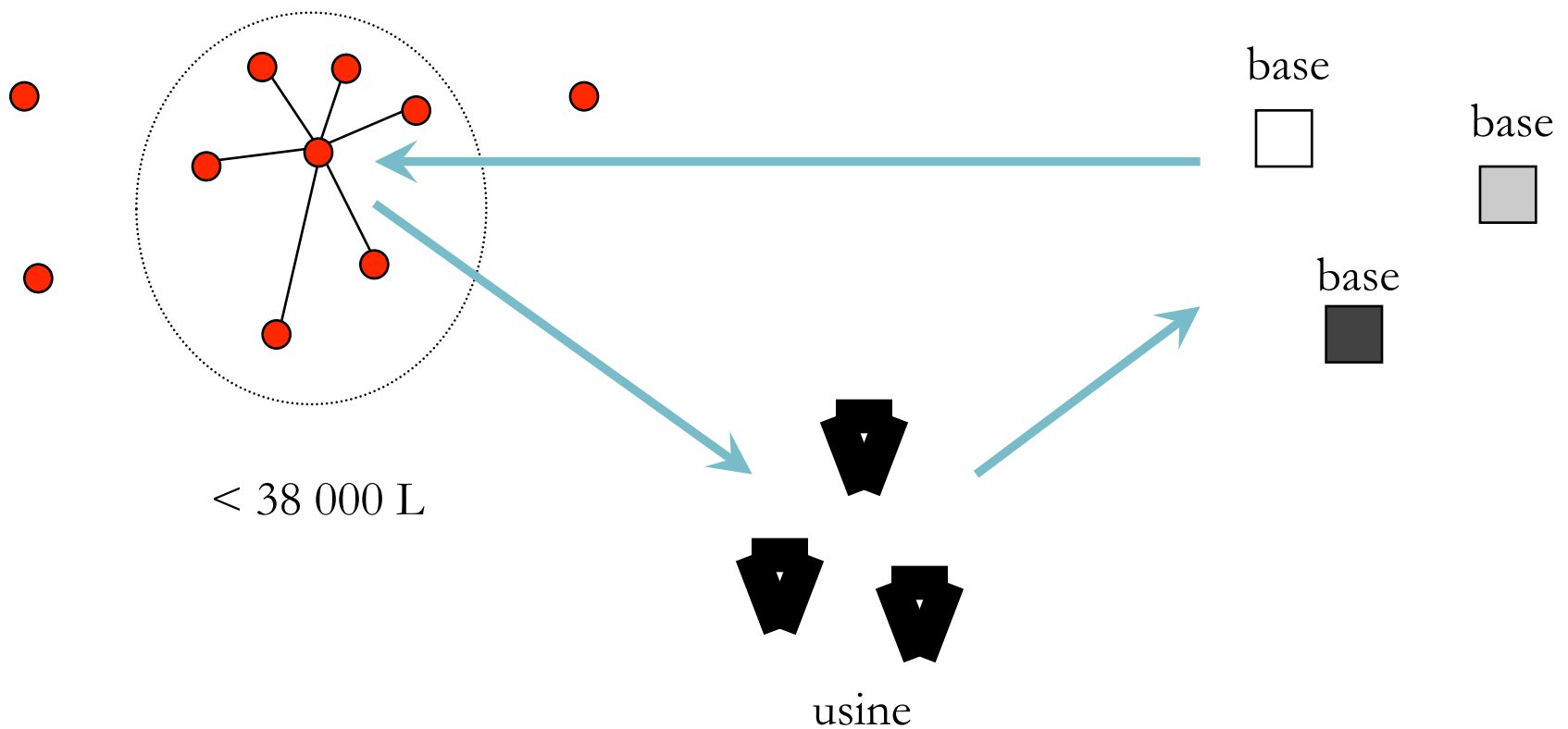
- Une méthode de recherche locale qui permet de dégrader temporairement la solution.
- A chaque itération on essaie toutes les déplacements intra et inter route d'un seul client
- Si ce déplacement améliore la solution, on la conserve.
- Si aucun mouvement n'améliore la solution on applique le meilleur mouvement et on l'étiquette comme "tabou".

Gestion des temps de parcours

- Approximés aux limites de 45 et 85 km/h.
- Calcul exact:
 1. Maintenir les valeurs de chaque segment (ABCD).
 2. Calculer les changements encourus pour chaque modification par un opérateur.
 3. Recalculer la valeur du temps de parcours en utilisant la formule appropriée.



Approche multi phases



Modèle de regroupement

$$x_{ij} = \begin{cases} \text{si la ferme } j \text{ appartient au regroupement centré sur la ferme } i. \\ 0 \text{ autrement.} \end{cases}$$

$x_{ii} = 1$, si i est le centre d'un regroupement.

$$y_{ki} = \begin{cases} 1, \text{ si le circuit } k \text{ est associé au regroupement centré en } i. \\ 0, \text{ autrement.} \end{cases}$$

Modèle de regroupement

$$\min \left(\sum_{i,j \in \{\text{fermes}\}} \text{dist}(i,j) \cdot x_{ij} + \sum_{k \in \{\text{bases}\}} \sum_{i \in \{\text{fermes}\}} \text{dist}^*(k,i) \cdot y_{ki} \right)$$

$$\sum_{i \in \{\text{fermes}\}} x_{ii} \leq \text{nb circuits}$$

$$x_{ij} \leq x_{ii} \quad \forall i,j \in \{\text{fermes}\}$$

$$\sum_{i \in \{\text{fermes}\}} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in \{\text{fermes}\}$$

$$\sum_{k \in \{\text{bases}\}} y_{ki} = x_{ii} \quad \forall i \in \{\text{fermes}\}$$

$$\sum_{i \in \{\text{fermes}\}} \text{vol}(i) \cdot x_{ij} \leq 38000 \text{ L} \quad \forall j \in \{\text{fermes}\}$$

Résultats

- Approche directe
 - Vitesses approximées aux limites de 45 et 85 km/h.
 - Quelques ajustements des données
 - Après 10 secondes de calcul
 - Sous toute réserve (parce qu'on a fini tard :-)
 - On obtient une solution 10% moins longue
- Approche multiphases
 - Regroupement seulement
 - Évaluation impossible sans le séquençement

