

Innovation 24

Optimisation de plans de financement immobiliers

pour les Caisses d'Epargne et le Crédit Foncier

Clément Pajean • cpajean@innovation24.fr

Romain Megel • rmegel@innovation24.fr

Frédéric Gardi • fgardi@innovation24.fr



Qui sommes-nous ?



Bouygues, groupe industriel diversifié
33 Mds€ de CA, 128 000 collaborateurs
<http://www.bouygues.com>

Innovation24

Filiale « Optimisation et Aide à la Décision »
du Groupe Bouygues
<http://www.innovation24.fr>

LocalSolver

Solveur d'optimisation mathématique
commercialisé par Innovation 24
<http://www.localsolver.com>



Plan de la présentation

1. Contexte
2. Difficultés du problème
3. Modélisation
4. Démonstration du moteur d'optimisation



Contexte

Les plans de financement immobilier



Caisses d'Épargne



**CAISSE
D'ÉPARGNE**

5000 agences, 25M clients

Crédit Foncier



CRÉDIT FONCIER

Filiale spécialisée dans le crédit

Activité de crédit immobiliers

- Primordiale dans la banque de détail
- Très concurrentielle



Plans de financement

Assemblage de prêts

- Prêts réglementés
 - PEL/CEL : Suivant placements sur Plan/Compte Epargne Logement
 - PTZ+ : suivant zone géographique, revenus, type de bien
 - PPL : logement dans Paris, conditions de ressources
 - PAS : conditions de ressources
 - PC : résidence principale
- Prêts non-réglementés
 - Prêts de la banque : taux révisable, taux fixe, échéances progressives, etc...
- Accessoires
 - Assurances, garanties, frais de dossiers, etc...

Agencer ces prêts au mieux = avantage concurrentiel

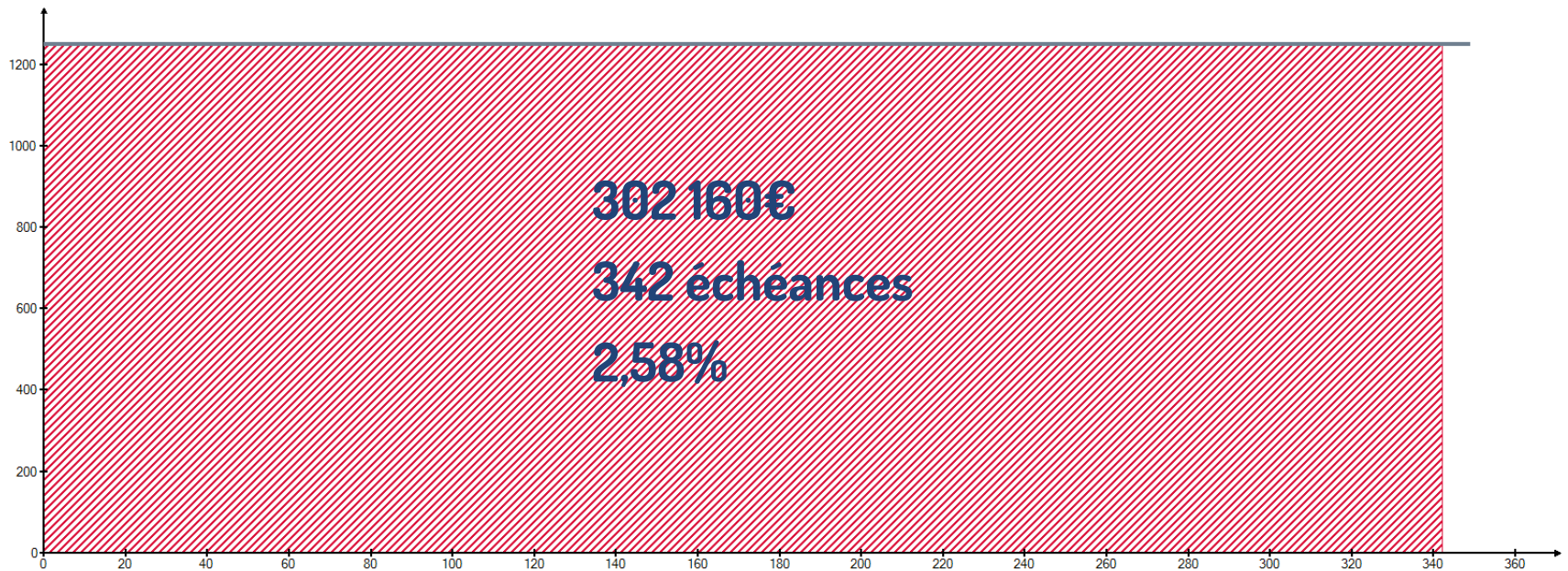


Avantage d'un bon plan

Besoin de financement de 302 160€, échéance max. de 1250€

Plan avec un unique prêt

- Coût total : 427 051,98€

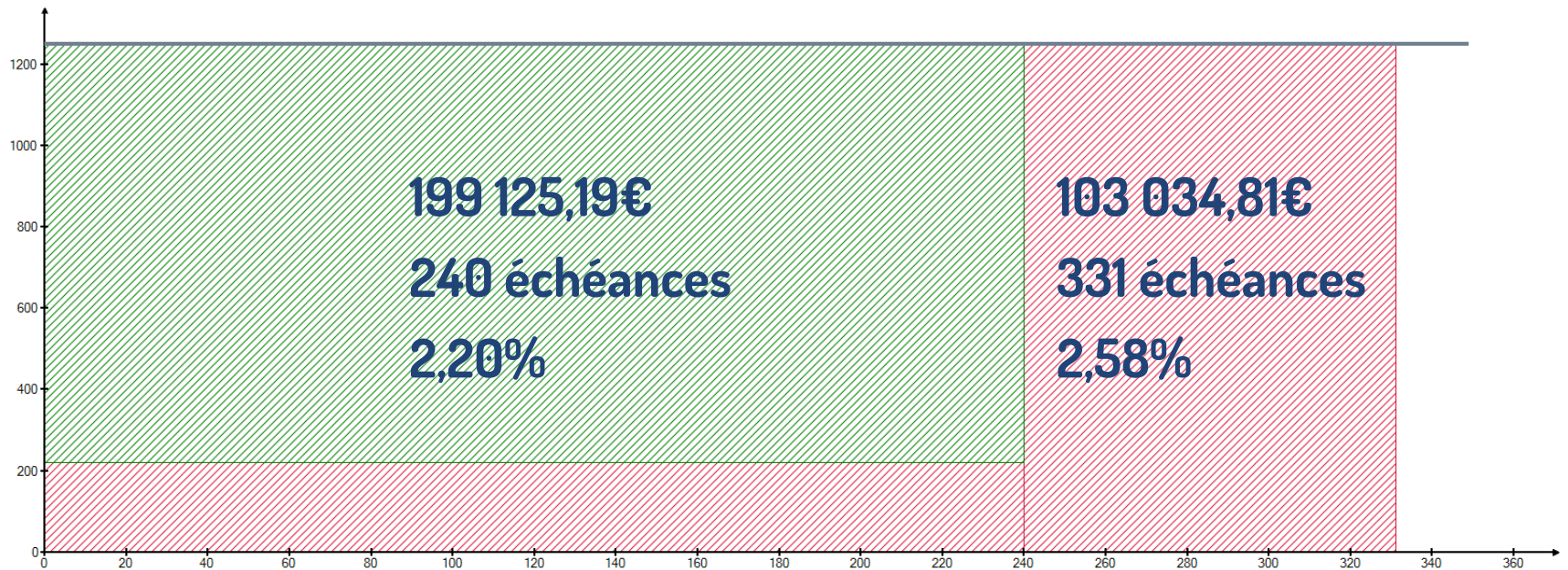


Avantage d'un bon plan

Besoin de financement de 302 160€, échéance max. de 1250€

Plan composé de deux prêts

- Coût total : 413 032,64€ → gain d'environ 14 000€



Problème d'optimisation

Comment agencer au mieux les prêts disponibles pour être le plus compétitif, tout en respectant la réglementation ?

Compétitif ?

- plan de coût minimum
- montant total emprunté maximum
- montant des échéances minimum



Difficultés

Un problème d'optimisation difficile



Décisions et objectifs

3 types de décisions :

- Binaires : doit-on inclure ou non le prêt dans le plan ?

Pour chaque prêt inclus :

- Entières : quelle est sa durée ?
- Continues : quel est le montant emprunté (au total, ou à chaque échéance) ?

Multi-objectifs

- Minimiser le reste à financer
- Minimiser le coût



Non-linéarités : formules actuarielles et taux

Calcul du montant emprunté sur un prêt à un palier :

- N échéances d'un montant fixe E à un taux T

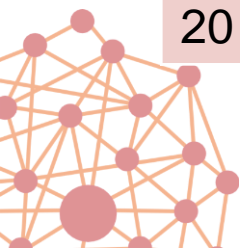
$$M = E \cdot \frac{(1 + T)^N - 1}{T * (1 + T)^N}$$

Grille de taux changeant avec la durée (prêts)

Durée	Taux
7 ans	1.6%
10 ans	1.7%
12 ans	1.85%
15 ans	1.95%
20 ans	2.20%

Grille de taux changeant avec durée et montant (assurance)

Durée	Montant	Taux
10 ans	0 €	0.1%
	150 k€	0.2%
	300 k€	0.3%
15 ans	0 €	0.12%
	150 k€	0.22%
	300 k€	0.32%



Non-linéarités : réglementation (ex. du PTZ)

Règles à respecter pour le prêt PTZ

1. Si le prêt a un différé,
ALORS la durée du différé doit être inférieure ou égale à la durée du prêt le plus long.
2. Si la durée du PTZ est supérieure à 8 ans
ALORS le montant est fixe
SINON le montant est variable entre 50% et 100% du montant fixe
3. Le montant emprunté ne doit pas être supérieur au montant total emprunté des autres prêts du plan de financement d'une durée \geq à 2 ans.



Modélisation

Le choix de LocalSolver



Pourquoi LocalSolver ?

Séparation modélisation/résolution

Maintenance et évolutions plus aisées

Décisions hétérogènes, non-linéarités, multi-objectif

Temps de résolution attendu

En moyenne < 5s



Modélisation

Objectifs

Minimiser
Reste à financer

Minimiser
Coût total

Objectif

Expression

Contrainte

Décision

Prêts

Prêt à paliers

- Montant
 - Coût
 - Échéances
- Accessoires

Contraintes
inter-prêts

PTZ+

- Montant
 - Coût
 - Échéances
- Accessoires

Contraintes internes
Contraintes externes

Décisions

Dans plan ? (0/1)

Durée (int)

Montant échéance 1
(float)

Montant échéance 2
(float)

...

Dans plan ? (0/1)

Durée (int)

Montant (float)

...



Modélisation : exemple du PTZ+

Décisions de base du prêt

```
isPTZDansPlan <- bool();  
dureePremierePhase <- int(48, DUREE_MAX_PREMIERE_PHASE);  
dureePTZ <- isPTZDansPlan*(dureePremierePhase + DUREE_SECONDE_PHASE);
```

1. Si le prêt a un différé,
ALORS la durée du différé doit être inférieure ou égale à la durée du prêt le plus long.

```
→ if (IS_PTZ_AVEC_DIFFERE)  
    constraint dureePremierePhase <=  
    max[p in prets : p.type != "PTZ"] (dureePrets[p]);
```



Modélisation : exemple du PTZ+

Montant emprunté sur le PTZ

2. Si la durée du PTZ est supérieure à 8 ans

ALORS le montant est fixe

SINON le montant est variable entre 50% et 100% du montant fixe

→

```
montantVariable <- float(0.5*MONTANT_FIXE, MONTANT_FIXE);  
montantPTZ <- isPTZDansPlan*  
                (dureePTZ <= 96 ? montantVariable : MONTANT_FIXE);
```

3. Le montant emprunté ne doit pas être supérieur au montant total emprunté des autres prêts du plan de financement d'une durée \geq à 2 ans.

→

```
constraint montantPTZ < sum[p in prets : p.type != "PTZ"]  
                ((dureePrets[p] >= 24) *montantPrets[p]);
```



Cas d'étude



Cas d'étude : résolution

Résolution



Innovation 24

Optimisation de plans de financement immobiliers

pour les Caisses d'Epargne et le Crédit Foncier

Clément Pajean • cpajean@innovation24.fr

Romain Megel • rmegel@innovation24.fr

Frédéric Gardi • fgardi@innovation24.fr

