

Étude portant sur la mutualisation de la partie terminale des réseaux en fibre optique

Synthèse

Qu@trec/PMP

Sommaire

I.	Introduction	3
II.	Objectifs et méthodologie	3
A.	principes généraux.....	3
B.	méthodologie suivie	4
1.	délimitation de zones de desserte de NRO	4
2.	délimitation de poches	4
3.	simulations de déploiements et analyses	4
4.	remarques sur la méthodologie employée.....	5
III.	Principaux résultats.....	6
A.	impact de la taille des points de mutualisation sur le linéaire de réseau déployé	6
1.	inefficacité sur le linéaire total de réseau déployé	6
2.	inefficacité sur le tronçon non mutualisé (amont)	7
3.	inefficacité sur le tronçon mutualisé (aval).....	8
4.	impact de cette inefficacité sur les coûts	9
B.	Impact de la taille des points de mutualisation sur le volume de câbles utilisés	10

I. Introduction

La régulation du très haut débit prévoit un cadre symétrique de mutualisation des réseaux déployés par les opérateurs. La boucle locale d'accès en fibre optique comporte alors une partie non mutualisée, où les opérateurs déploient en parallèle, et une partie mutualisée, réalisée par un opérateur qui donne accès à la partie terminale du réseau aux autres opérateurs. La limite entre ces deux parties est appelée point de mutualisation (PM dans la suite du document).

Le NRO désigne le Nœud de Raccordement Optique, où sont installés les équipements actifs des opérateurs.

L'emplacement des PM devrait prendre en compte plusieurs critères :

- la taille, c'est à dire le nombre de logements desservis en fibre optique par le PM ;
- la structure de l'habitat, liée à la densité locale de chaque zone ;
- l'homogénéité de l'habitat ;
- la topologie du réseau de génie civil de France Télécom, dans lesquels les opérateurs déploient leurs câbles fibre optique.

Ce document présente les premiers résultats de l'étude menée par l'Autorité sur la mutualisation de la partie terminale des réseaux en fibre optique, en distinguant deux volets :

- l'incidence de la variation de la taille des points de mutualisation (PM) sur les linéaires des segments de réseau :
 - o « amont », c'est-à-dire non mutualisés (NRO → PM), pour le premier opérateur et pour les opérateurs suivants
 - o « aval », c'est-à-dire mutualisés (PM → logements)
- l'incidence de la variation de la taille des points de mutualisation (PM) sur les volumes des câbles utilisés sur les segments de réseau :
 - o non mutualisés, c'est-à-dire en amont du point de mutualisation (NRO → PM)
 - o mutualisés, en aval du point de mutualisation (PM → logements)

La mise en place d'un PM suffisamment en amont pourrait a priori représenter une contrainte pour l'opérateur qui déploie son réseau de boucle locale optique, notamment en fonction de ses choix de technologie et d'architecture de réseau. L'étude vise notamment à analyser ces contraintes et les mettre en regard des bénéfices qu'apporte le PM pour les autres opérateurs amenés à déployer après le premier opérateur.

II. Objectifs et méthodologie

A. principes généraux

L'étude requiert des compétences particulières en matière d'ingénierie de réseaux FttH. Le cabinet retenu par l'Autorité pour cette étude est PMP – Performance Management Partner – qui a fait appel à l'expertise technique et opérationnelle du cabinet Qu@trec afin que l'équipe projet ainsi mobilisée puisse apporter une réponse pertinente.

L'étude a consisté à simuler le déploiement conjoint en fibre optique de plusieurs opérateurs sur plusieurs villes, en fonction de plusieurs scénarii de mutualisation, avec des PM situées plus ou moins haut dans le réseau. La modélisation des déploiements selon les diverses hypothèses retenues a permis d'apporter des éléments quantitatifs d'appréciation des écarts entre ces différents scénarii.

Pour réaliser cette étude, cinq villes parmi les cinquante plus grandes villes françaises, représentant un potentiel sur les communes (hors agglomérations) de 400.000 logements ont été sélectionnées, sur des critères de taille (de 40.000 à 130.000 logements) et de répartition géographique afin de s'affranchir des spécificités d'habitat liées à chaque région. Le périmètre de l'étude concerne ainsi les villes où devraient prochainement s'effectuer des déploiements de fibre optique.

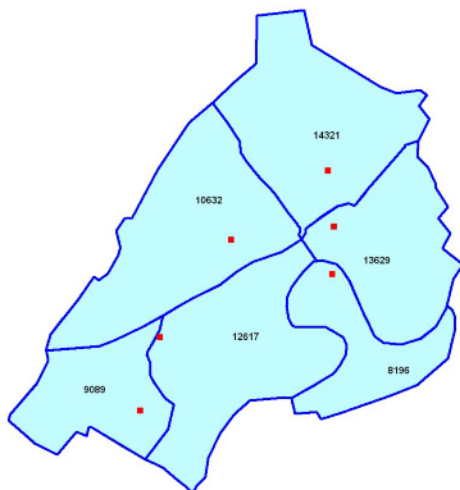
L'étude a ainsi porté sur les villes de :

- Besançon (25)
- Clermont-Ferrand (63)
- Lille (59)
- Montreuil (93)
- Nîmes (30)

B. méthodologie suivie

1. délimitation de zones de desserte de NRO

La première étape de l'étude a consisté à découper chaque ville en plusieurs poches correspondant à un NRO rassemblant environ 10 000 prises.



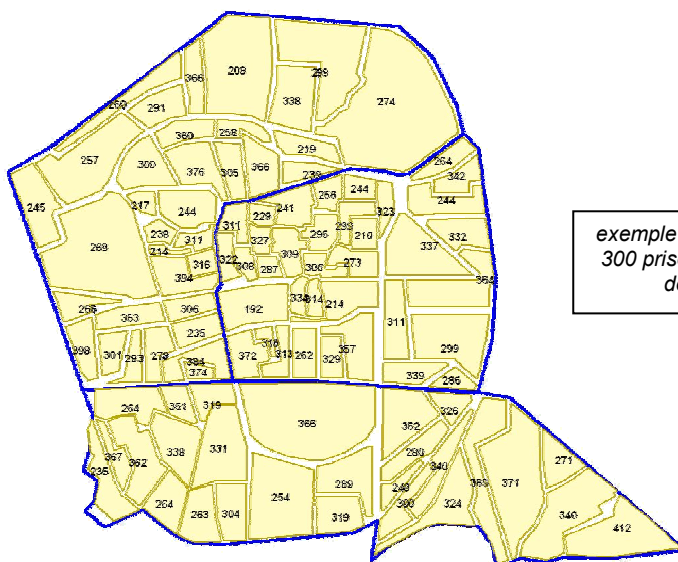
exemple de découpe en NRO
sur la ville de Besançon

2. délimitation de poches

Trois tailles de PM ont été initialement retenues pour l'étude :

- 500 logements (PM500)
- 300 logements (PM300)
- 100 logements (PM100)

Il s'agit de logements raccordables c'est-à-dire de l'ensemble des logements potentiels situés en aval du PM considéré. L'hypothèse retenue pour la simulation est que chaque poche de NRO est alors découpée en poches plus petites, rassemblant en moyenne le nombre de prises adressables par un PM. Il n'y a donc pas de recouvrement entre les différentes « zones arrières » des PM.



exemple de découpe en poches de
300 prises en moyenne sur la ville
de Clermont Ferrand

3. simulations de déploiements et analyses

Des premiers résultats ont été obtenus sur un volume significatif (240.000 logements, soit près de 60% du panel prévu) représentant tous les types d'habitat (collectifs, pavillons, centre ville, quartiers mixtes) et incluant les variations inhérentes à la situation géographique.

Dans un second temps, d'autres simulations (30.000 logements) ont été menées sur Lille afin de mesurer l'incidence de la mise en place de PM très en aval dans le réseau (PRI24+PM50) :

- pied d'immeuble pour les grands immeubles (24 logements et plus)
- regroupement des prises restantes en petites poches d'environ 50 logements

Une analyse a également été menée concernant la capacité des câbles nécessaires sur chacun des deux segments de réseau :

- amont, non mutualisé : NRO → PM
- aval, mutualisé : PM → logements

Cette analyse a porté sur :

- les 3 tailles initiales de PM (500, 300, 100), pour 10.000 logements sélectionnés suivant des typologies d'habitat variées, dont :
 - o 4.000 prises de type "collectif" ;
 - o 3.000 prises de type "centre ville" ;
 - o 2.000 prises de type "mixte : collectifs & pavillons" ;
 - o 1.000 prises de type "pavillon" ;
- les PM300 ainsi que les (PRI24+PM50), pour 2.500 logements incluant l'ensemble de ces typologies.

Pour cette deuxième partie de l'étude, l'hypothèse sur la modalité de mutualisation au PM est la suivante :

- en aval, sur la partie la plus basse du réseau, un réseau fibre optique point-à-point est déployé jusqu'aux logements des abonnés ;
- en amont, sur la partie haute du réseau, les réseaux fibre optique de plusieurs opérateurs jusqu'à leurs NRO respectifs sont installés en parallèle.

Sur le segment aval, le calcul des besoins en câbles a été estimé sur la base d'une fibre potentielle par logement, arrondi au câble supérieur figurant dans les catalogues des principaux constructeurs..

Sur le segment amont du réseau, ce besoin a été différencié selon les deux grandes familles d'architectures (Point à point et Point à Multipoints), avec les règles d'ingénierie suivantes :

- 33% de part de marché par opérateur
- capacité des câbles arrondie sur les petites capacités en multiple de câbles de 6 fibres.

4. remarques sur la méthodologie employée

L'étude a été réalisée à partir des plans et du nombre de logements transmis par les communes, et non de relevés terrain, aussi bien pour le bâti, le nombre de logements, que pour l'éventuelle disponibilité des fourreaux correspondants aux tracés.

Par hypothèse, les parcours ont été tracés en "monocanal" (c'est-à-dire en adoptant la convention d'un tracé unique par voie) sauf dans les quartiers de typologie centre ville, le long d'artères importantes ou en cas de tracés mitoyens entre deux poches où ils ont fait l'objet d'une "bi canalisation".

Les positions des PM découlent de l'ingénierie et des calculs mais n'ont pas été validées sur le terrain. Elles ont été déterminées suivant un double critère :

- en fonction de la desserte en aval (densité notamment)
- en fonction de la desserte en amont (optimisation des tracés)

Les PM ont été reliés entre eux suivant la même méthodologie appliquée à toutes les simulations afin de pouvoir les comparer entre elles. L'étude portant sur une analyse des tracés par segments de réseau, cette méthodologie consiste à optimiser le linéaire global.

Or si ce choix est globalement neutre quand du génie civil est créé pour la réalisation du réseau, ce n'est pas le cas si l'opérateur doit louer des fourreaux à France Télécom, selon un tarif calculé en fonction l'espace occupé : un opérateur "point-à-multipoints" choisirait une distribution plus arborescente que celle retenue et un opérateur "point-à-point" une distribution plus étoilée. Le linéaire serait dans les deux cas plus important, mais le calcul de volume de câbles utilisés plus favorable.

III. Principaux résultats

A. impact de la taille des points de mutualisation sur le linéaire de réseau déployé

Sur l'impact de la taille des points de mutualisation sur le linéaire de réseau déployé, deux résultats semblent évidents à première vue : lorsque le point de mutualisation se rapproche des abonnés, il semble logique que le linéaire amont du réseau augmente, et que le linéaire aval diminue. Cependant, en fonction des caractéristiques de la ville, la variation du linéaire total n'est pas prévisible a priori. C'est l'objet de cette première partie de l'étude que de comparer le poids de chacune de ces évolutions amont et aval. Il sera alors possible de déterminer quel scénario est le plus « efficace », et de mesurer l'inefficacité relative des autres positions de PM.

Sur les 240.000 prises étudiées avec les trois tailles de PM (500, 300, 100), les résultats conduisent aux conclusions suivantes :

Plus les points de mutualisation se rapprochent des logements, plus le linéaire total de réseau est élevé. L'augmentation du linéaire non mutualisé, à reproduire par chaque opérateur, n'est en effet pas compensée par la faible diminution du linéaire mutualisé.

Les résultats obtenus précédemment se confirment également globalement par la simulation réalisée sur Lille (PRI24+PM50) : le linéaire total augmente quand la taille de PM diminue. L'inefficacité constatée pour la simulation (PRI24+PM50) est en outre supérieure à celle constatée avec les PM100. En particulier le linéaire non mutualisé (NRO → PM) augmente encore significativement.

Ce résultat est d'autant plus significatif lorsque l'on simule le déploiement sur une zone de plusieurs opérateurs, puisque la partie amont est alors à multiplier par le nombre d'opérateurs.

1. inefficacité sur le linéaire total de réseau déployé

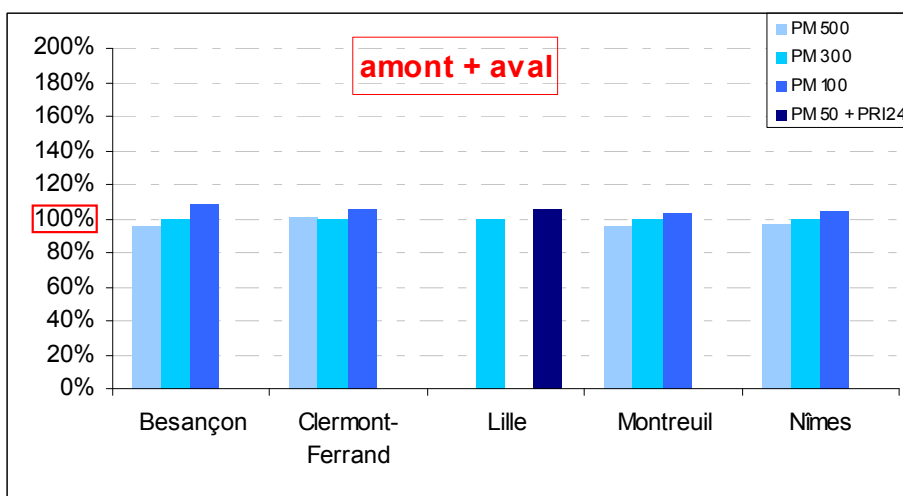
Pour les premières simulations comparant PM500, PM300 et PM100, le PM500 apparaît toujours plus favorable (sauf sur Clermont-Ferrand où la simulation avec les PM300 aboutit à un résultat équivalent sur la moitié des NRO).

Sur Lille, avec des PM 300 et des (PRI24+PM50), le PM300 est également plus favorable.

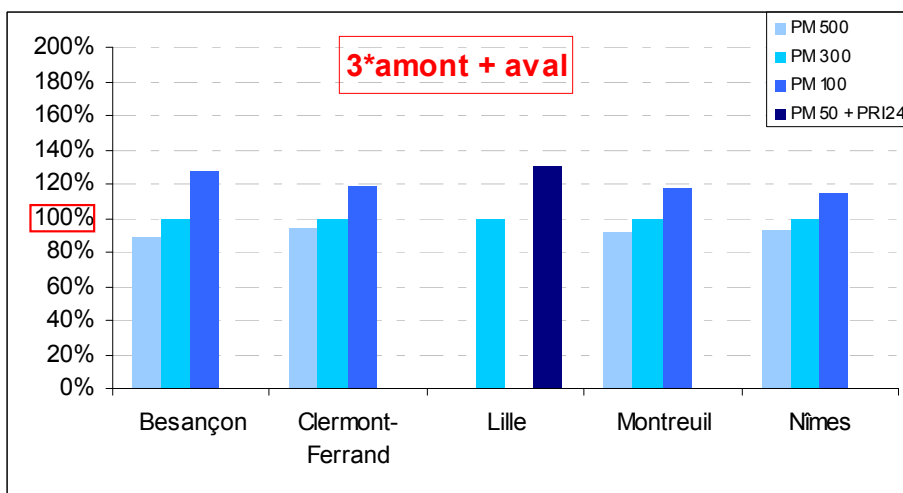
Ainsi, pour l'ensemble des simulations menées, par rapport à une taille de PM300 :

- le PM 500 est globalement plus efficace de 2%
- le PM 100 engendre une inefficacité de 6%
- le (PRI24+PM50) engendre une inefficacité de 6%

Ceci est illustré sur le graphique suivant, qui représente la proportion de linéaire total, pour le déploiement d'un seul opérateur, comparé à la simulation avec un PM300 (normalisé à 100%) :



Si l'on prend maintenant l'hypothèse que 3 opérateurs déploient en parallèle jusqu'aux points de mutualisation, le graphique précédent devient le suivant :



L'inefficacité relative aux petits points de mutualisation sur le linéaire total est plus flagrante ici, avec le déploiement de plusieurs opérateurs sur le tronçon amont.

En moyenne, sur l'ensemble des simulations menées, par rapport au PM300 :

- le PM500 est globalement plus efficace de 8%
- le PM300 engendre une inefficacité de 20%
- le (PRI24+PM50) engendre une inefficacité de 31%

Ceci s'explique par le fait que l'inefficacité des petits points de mutualisation, avec une augmentation forte du linéaire sur le réseau amont, n'est pas compensée par la diminution associée du linéaire sur le réseau aval. Ce point est analysé plus précisément dans les parties suivantes.

2. inefficacité sur le tronçon non mutualisé (amont)

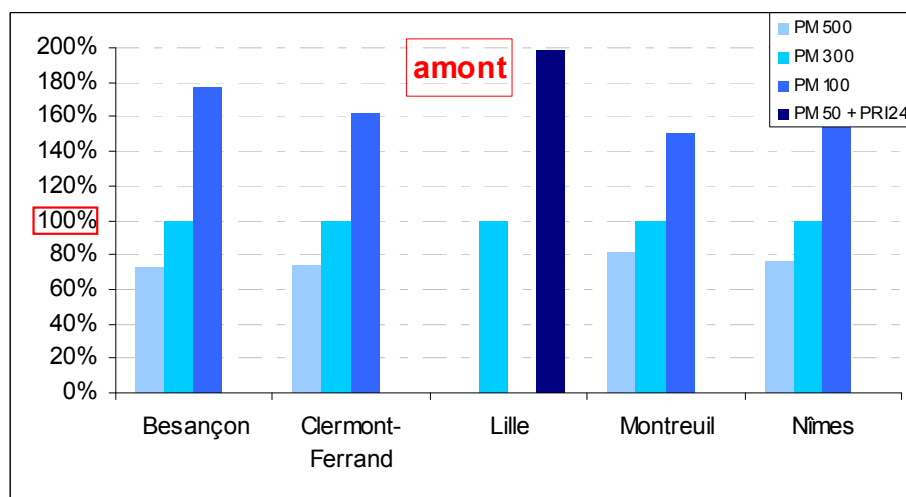
En moyenne, sur l'ensemble des simulations, par rapport au PM300 :

- le PM 500 est globalement plus efficace de 25%
- le PM 100 engendre une inefficacité de 64%
- le (PRI24+PM50) engendre une inefficacité de 99%

En particulier, les linéaires amont connaissent une hausse moyenne de 118% (soit plus du double) pour les PM100 que pour les PM500.

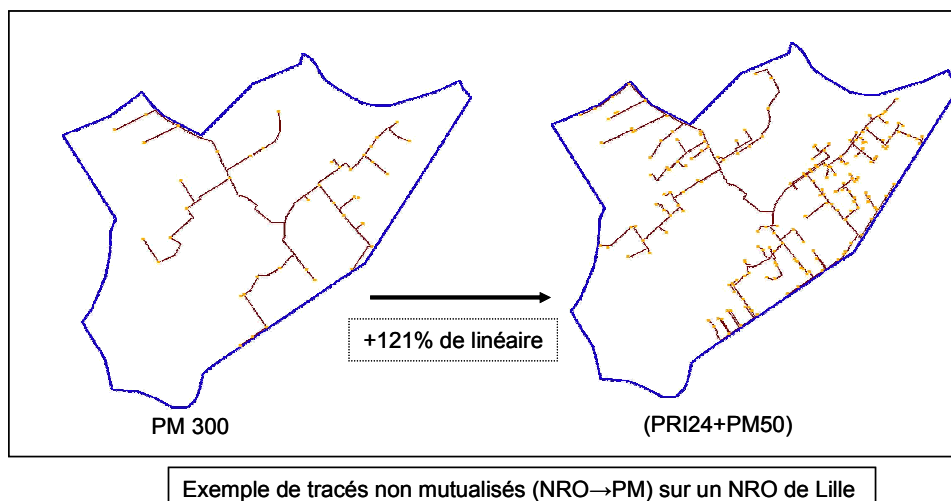
Le linéaire non mutualisé augmente de façon significative lorsque les points de mutualisation se rapprochent des logements. Ce supplément de linéaire est à multiplier par le nombre d'opérateurs, puisqu'il s'applique au segment où ils déploient des réseaux en parallèle.

Ceci est illustré sur le graphique suivant, qui représente la proportion de linéaire non mutualisé supplémentaire par rapport à une taille de PM 300 (normalisé à 100%), pour l'ensemble des simulations réalisées :



Pour la simulation complémentaire à Lille, comparant PM 300 et (PRI24+PM50), en moyenne, les linéaires non mutualisés sont deux fois plus élevés pour les (PRI24+PM50) que pour les PM300. Cette inefficacité est relativement plus importante que celle constatée entre les PM300 et les PM 100. En effet, sur les quatre autres villes, ils étaient en moyenne 64% plus élevés pour les PM100 que pour les PM 300.

Ceci peut également s'observer directement à partir du tracé du réseau amont non mutualisé dans chacun des cas, comme ci-dessous à Lille :



3. inefficacité sur le tronçon mutualisé (aval)

Les tracés PM → Logements diminuent de façon marginale (jusqu'à 4,5%) lorsque l'on passe des PM 500 aux PM 300.

Pour les PM100, cette réduction reste proportionnellement faible (4,2% à 10,3%)

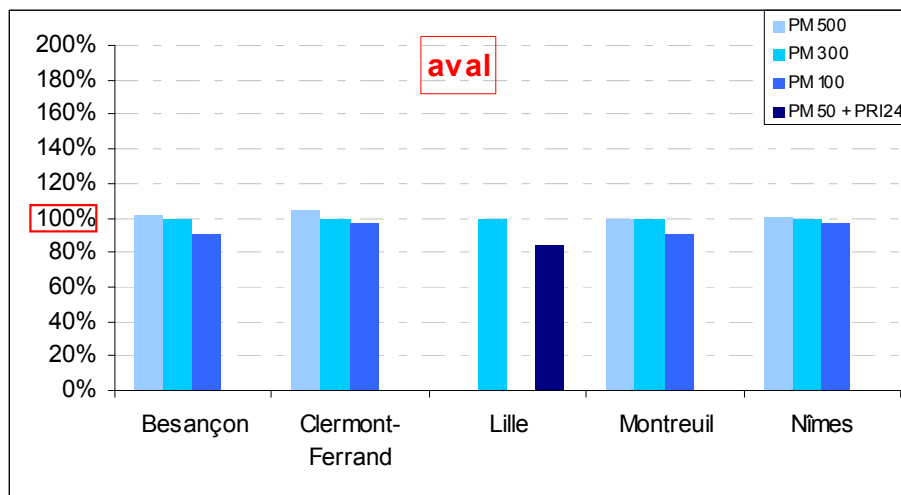
Ainsi, en moyenne, les linéaires à réaliser pour rejoindre les logements depuis un PM 500 sont 2,1% plus élevés que ceux nécessaires depuis un PM 300 et 7,8% depuis un PM 100.

Le linéaire mutualisé diminue de façon marginale lorsque les points de mutualisation se rapprochent des logements. Contrairement au tracé amont, cette évolution du linéaire ne porte que sur le déploiement du premier opérateur.

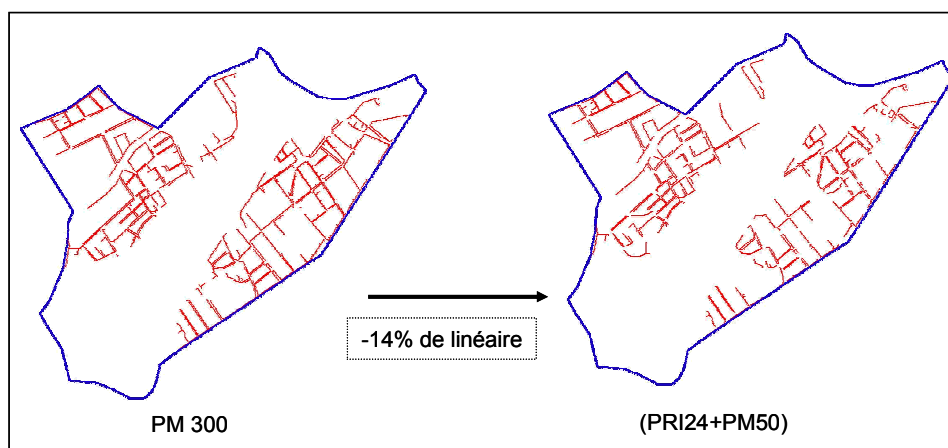
En moyenne, sur l'ensemble des simulations menées, par rapport au PM300 :

- le PM 500 engendre une inefficacité de 2%
- le PM 100 est globalement plus efficace de 6%
- le (PRI24+PM50) est globalement plus efficace de 16%

Ceci est illustré sur le graphique suivant, qui représente la variation de la proportion de linéaire aval, mutualisé, par rapport à un PM300 (normalisé à 100%) :



Ceci peut également s'observer directement à partir du tracé du réseau aval mutualisé dans chacun des cas, comme ci-dessous à Lille :



Exemple de tracés mutualisés (PM→logements) sur un NRO de Lille

4. impact de cette inefficacité sur les coûts

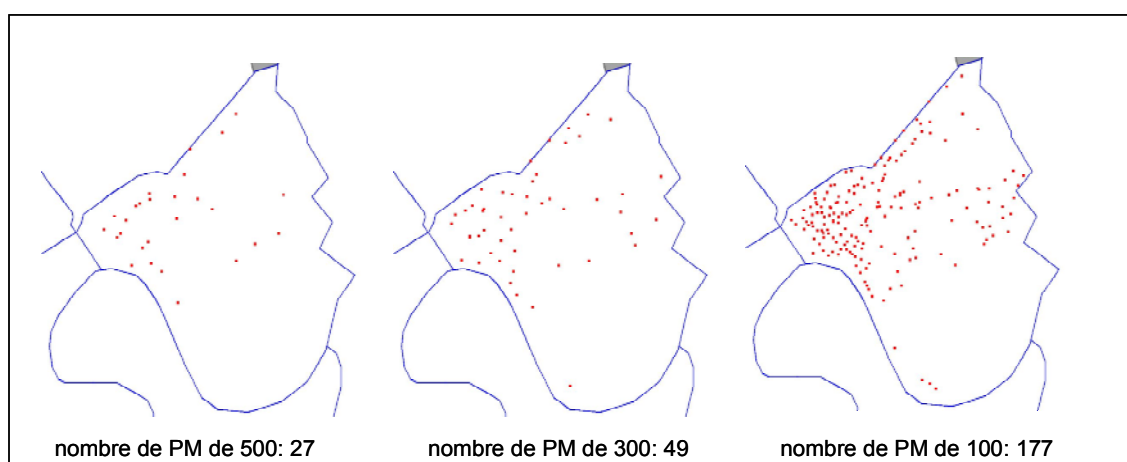
Au total, l'inefficacité relative au linéaire de réseau déployé a une incidence sur les coûts de déploiement pour le premier opérateur, mais surtout pour les opérateurs suivants, puisque ceux-ci seront d'autant plus pénalisés que cette inefficacité porte essentiellement sur le tronçon amont qu'ils auront à reproduire en propre.

Enfin, la multiplication des PM engendrerait des coûts d'implantation, de gestion et de maintenance importants pour les opérateurs ainsi qu'une gêne plus importante pour les communes, en particulier si le brassage s'effectue au niveau de ces PM.

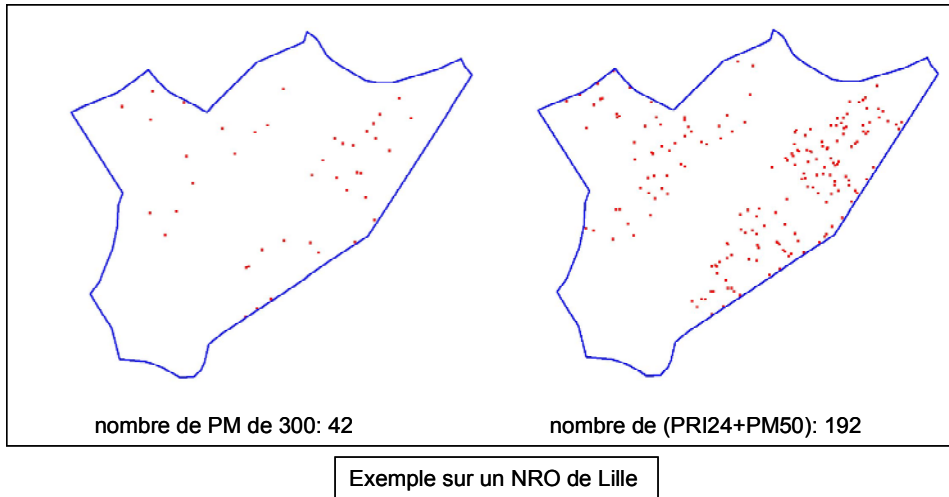
Le tableau suivant récapitule le nombre de PM nécessaires pour permettre la mutualisation dans chacun des scénarios étudiés :

	PM500	PM300	PM100	PM50/PRI24
Besançon	135	227	815	-
Clermont-Ferrand	180	295	740	-
Lille	-	105	-	499
Montreuil	90	150	435	-
Nîmes	76	125	357	-

Le schéma ci-dessous illustre la multiplication des points de mutualisation, à Besançon, et à Lille :



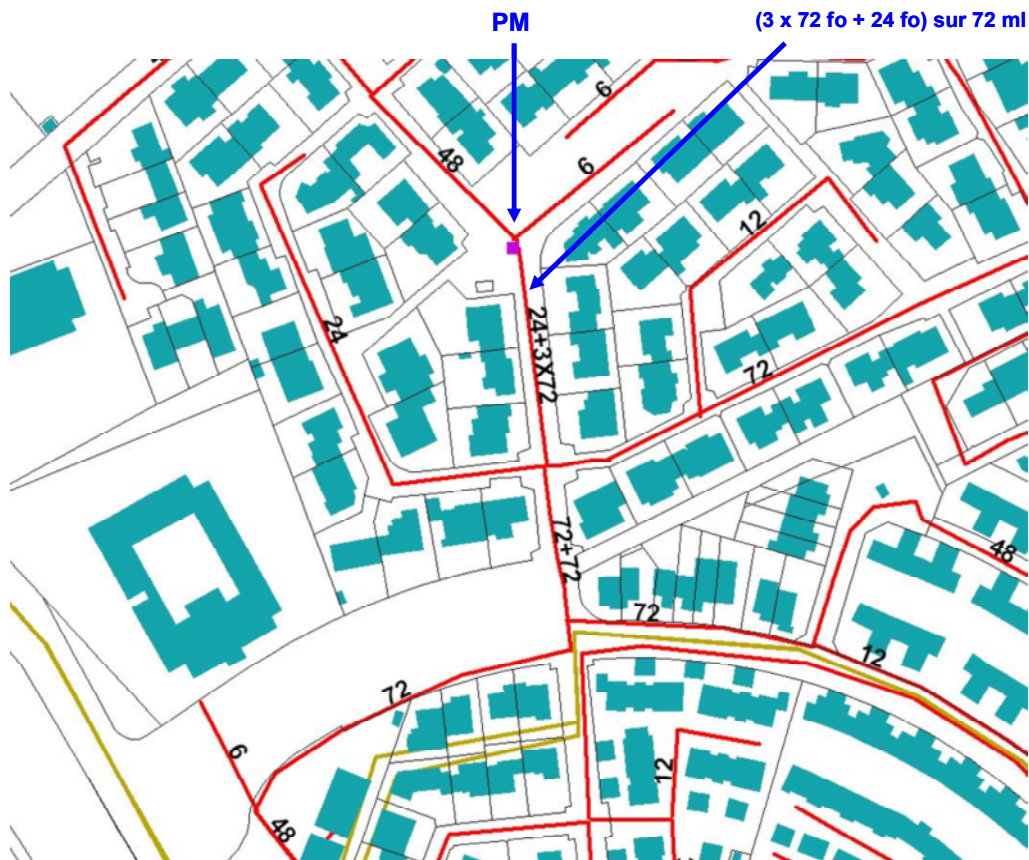
Exemple sur un NRO de Besançon



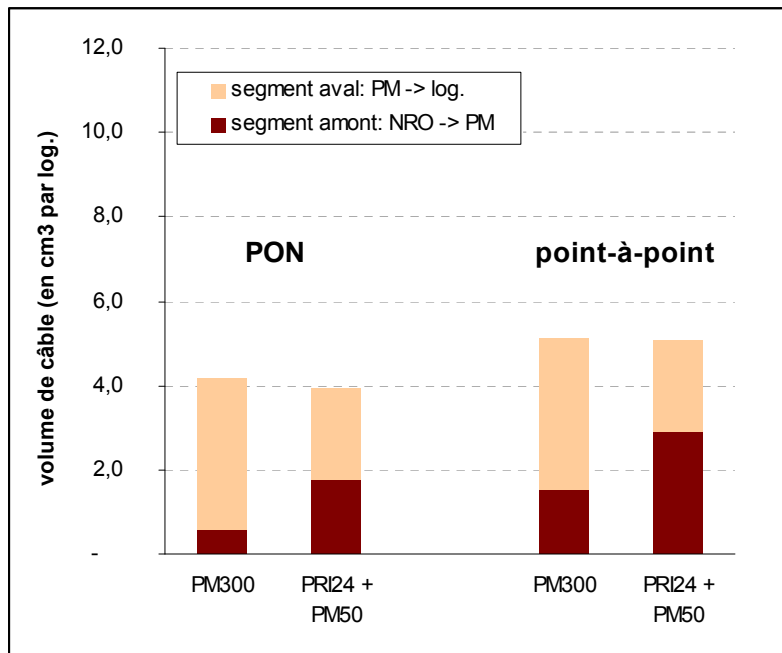
B. Impact de la taille des points de mutualisation sur le volume de câbles utilisés

Avec les hypothèses retenues pour les capacités des câbles et la répartition des parts de marché, le volume total de câbles utilisés est quasiment identique, par technologie, que la mutualisation s'effectue au niveau d'un quartier ou au niveau des logements. Lorsque les points de mutualisation se rapprochent des logements, le volume de câbles sur le tronçon non mutualisé augmente, et est à multiplier par le nombre d'opérateurs.

Avec les hypothèses de modélisation décrites dans la partie méthodologie, l'étude a permis de simuler les capacités de câbles déployés sur des quartiers de Nîmes et de Lille, pour la technologie point-à-point et la technologie PON. Le schéma suivant illustre les capacités de câbles, en aval d'un PM 300 :



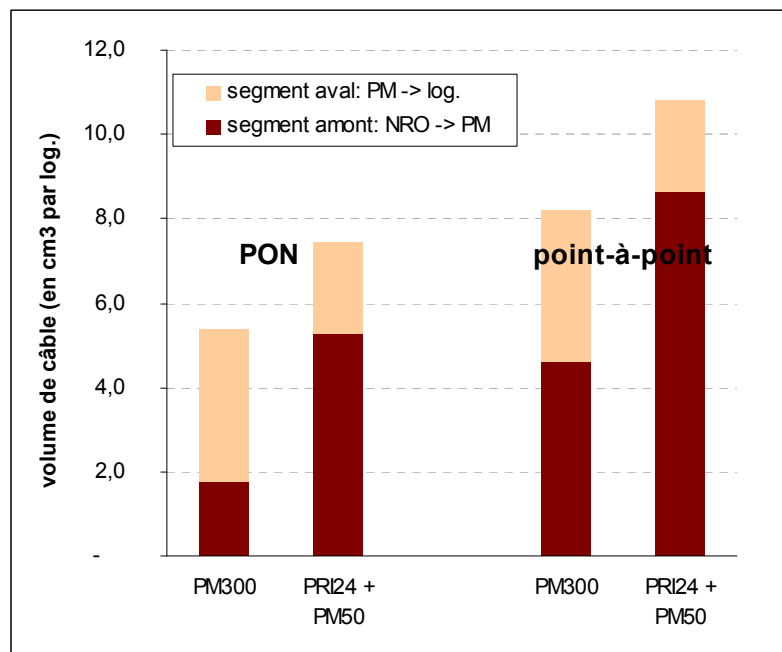
Le volume de câbles utilisés par logement est représenté sur le graphique suivant, qui distingue tronçon amont non mutualisé et tronçon aval mutualisé :



Cette simulation semble indiquer que le premier opérateur déployant un réseau de fibre optique dans un quartier peut utiliser un volume de câbles équivalent, que la mutualisation s'effectue à un niveau relativement proche des logements, ou plus en amont.

La remontée du point de mutualisation, en passant du (PRI24+PM50) au PM300, engendre une inefficacité relative de 6% en PON et de 1% en point-à-point sur les volumes des câbles déployés.

En revanche, dès lors qu'on considère plusieurs déploiements en amont, des écarts apparaissent de manière sensible pour les opérateurs déployant sur la partie non mutualisée. Ainsi, si l'on représente le même graphe, mais en supposant que trois opérateurs déploient des réseaux en parallèle jusqu'aux points de mutualisation, on obtient :



Dans ce cas, la descente du point de mutualisation, en passant du PM300 au (PRI24+PM50), engendre une inefficacité relative, pour l'ensemble des opérateurs considérés, de 28% en PON et de 24% en point-à-point sur les volumes des câbles déployés.

En termes de coûts, si le tarif de location du génie civil s'effectue au volume, cela signifie que, pour le premier opérateur, le coût de location est comparable, que la mutualisation s'effectue à un niveau bas ou haut. En revanche, globalement, pour l'ensemble des opérateurs, ce coût de location du génie civil sera plus élevé pour un niveau de mutualisation proche des logements que pour une mutualisation plus en amont.

De plus, lorsque l'on considère le déploiement de trois opérateurs, vis-à-vis de l'occupation du génie civil, le risque de saturation est ainsi également plus élevé lorsque la mutualisation s'effectue proche des logements. D'une part, parce que le volume des câbles à déployer est plus important, comme le montre le graphique ci-dessus, et d'autre part, parce que cette inefficacité est portée par la partie amont, non mutualisée, sur laquelle plusieurs câbles sont déployés en parallèle, ce qui, à volume total égal, consomme plus de place que plusieurs petits câbles (puisque'il y a de l'espace non utilisé entre les câbles).

*** ** *

*** **