

Juin 2011

Modalités de l'accès aux lignes à très haut débit
en fibre optique pour certains immeubles
des zones très denses, notamment ceux
de moins de 12 logements

Recommandation de l'Autorité du 14 juin 2011

Recommandation
de l’Autorité de régulation des communications électroniques et des postes
relative aux modalités de l’accès aux lignes à très haut débit en fibre optique pour
certains immeubles des zones très denses, notamment ceux de moins de 12 logements

Synthèse

Le présent document présente les modalités de déploiement et de mutualisation des réseaux de fibre optique jusqu’à l’abonné que l’Autorité recommande de suivre pour certains immeubles des zones très denses, notamment de moins de 12 logements ou locaux à usage professionnel. Cette recommandation vise à faciliter le déploiement pour ces petits immeubles, pour lesquels la décision de l’Autorité n° 2009-1106 du 22 décembre 2009, relative aux modalités de l’accès aux lignes à très haut débit en fibre optique dans les zones très denses, n’a pas fixé de règle spécifique.

L’hétérogénéité des zones très denses conduit à y distinguer des poches de basse densité, constituées essentiellement de petits immeubles et de pavillons. Dans ces poches, une remontée du point de mutualisation en amont dans le réseau est souhaitable afin de garantir le caractère raisonnable des conditions techniques et économiques de l’accès ainsi que la cohérence et la complétude des déploiements, dans un schéma proche de celui retenu pour le reste du territoire situé hors des zones très denses.

Après avoir défini et caractérisé les poches de basse densité au sein des zones très denses, ce document énonce des recommandations sur les modalités de déploiement et de mutualisation, respectivement, pour l’ensemble des immeubles situés dans ces poches de basse densité, puis pour les immeubles de moins de 12 logements situés hors de ces poches.

Sommaire

1. Introduction	4
1.a. Une recommandation pour compléter le cadre réglementaire dans les zones très denses	4
1.b. Une recommandation pour favoriser les déploiements dans les zones très denses	6
1.c. Processus d'élaboration de la recommandation.....	8
2. Identification des poches de basse densité des zones très denses	8
2.a. Choix de la maille de base pour la définition des poches de basse densité	8
2.b. Choix des critères caractérisant les poches de basse densité	10
2.c. Mise en place d'un comité technique de concertation piloté par l'ARCEP	12
3. Définition des modalités d'accès aux lignes dans les poches de basse densité des zones très denses..	13
3.a. Taille du point de mutualisation	13
3.b. Caractère raisonnable d'une demande de fibre dédiée	14
3.c. Homogénéité de traitement pour les immeubles de plus de 12 logements	15
3.d. Complétude du déploiement.....	15
3.e. Cohérence du déploiement.....	15
4. Déploiements en dehors des poches de basse densité des zones très denses.....	16
4.a. Localisation du point de mutualisation.....	16
4.b. Caractère raisonnable d'une demande de fibre dédiée	18
4.c. Taille du point de mutualisation	18

1. Introduction

La loi de modernisation de l'économie du 4 août 2008 (ci-après « LME ») a fixé les grands principes régissant le déploiement des nouveaux réseaux en fibre optique jusqu'à l'abonné (FttH) en imposant aux opérateurs concernés un ensemble de règles ayant pour objectif, d'une part, de garantir l'exercice d'une concurrence pérenne et, d'autre part, d'inciter à l'investissement. Par cette loi, le législateur a en outre renvoyé au régulateur, l'Autorité de régulation de communications électroniques et des postes (ci-après « l'Autorité »), le soin de préciser les modalités techniques et tarifaires de ces déploiements.

Dans ce cadre, l'Autorité a adopté le 22 décembre 2009 une première décision¹ visant à préciser certaines modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique. Outre des règles générales s'appliquant sur l'ensemble du territoire, l'Autorité y a fixé des règles spécifiques ne s'appliquant que dans les « zones très denses » qu'elle a définies². Ainsi, 148 communes d'une vingtaine de grandes agglomérations ont été identifiées comme constituant les « zones très denses » eu égard notamment à la densité de leur habitat. Par ailleurs, l'Autorité a adopté une deuxième décision le 14 décembre 2010 fixant les règles applicables à l'ensemble du territoire national à l'exception des zones très denses³. La présente recommandation vise à apporter des précisions concernant les déploiements des lignes à très haut débit en fibre optique dans les zones très denses uniquement. Ce document n'a pas de caractère prescriptif ou impératif.

1.a. Une recommandation pour compléter le cadre réglementaire dans les zones très denses

La décision de l'Autorité n° 2009-1106 du 22 décembre 2009 fixe notamment les principes généraux liés à l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique installées dans les immeubles des zones très denses. Concernant la localisation du point de mutualisation, l'article L. 34-8-3 du code des postes et des communications électroniques (ci-après « CPCE ») précise que l'accès est fourni en un point permettant le raccordement effectif d'opérateurs tiers, à des conditions économiques, techniques et d'accessibilité raisonnables. Par ailleurs, le même article pose le principe que l'accès est fourni en un point situé hors des limites de la propriété privée, sauf dans les cas définis par l'Autorité. En application de la loi, la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009 a précisé que, par exception, le point de mutualisation « peut être placé » dans les limites de la propriété privée, uniquement dans le cas des immeubles bâtis des zones très denses qui, soit comportent au moins 12 logements ou locaux à usage professionnel, soit sont reliés à un réseau public d'assainissement visitable par une galerie elle-même visitable⁴.

¹ Décision n° 2009-1106 en date du 22 décembre 2009 *précisant, en application des articles L. 34-8 et L. 34-8-3 du code des postes et des communications électroniques, les modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique et les cas dans lesquels le point de mutualisation peut se situer dans les limites de la propriété privée*

² La liste de 148 communes constituant les « zones très denses » figure en annexe 1 de la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009. Elle a été établie sur la base de différents critères exposés p. 16 et s. des motifs de la décision.

³ Décision n° 2010-1312 du 14 décembre 2010 *précisant les modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique sur l'ensemble du territoire à l'exception des zones très denses*

⁴ Par convention de langage, et afin de rendre plus aisée la lecture du document, ces exceptions seront identifiées par l'expression « immeubles de plus de 12 logements » et les immeubles bâtis non concernés par cette exception par l'expression « immeubles de moins de 12 logements ».

En revanche, la décision n'a pas fixé de règles spécifiques pour les immeubles de moins de 12 logements ou locaux à usage professionnel (ci-après « logements » par convention de langage). S'agissant des modalités techniques et opérationnelles de mutualisation pour ces petits immeubles, la décision du 22 décembre 2009 avait exposé un large éventail de solutions techniques possibles :

« Les solutions techniques étudiées à ce stade par les opérateurs pour les petits immeubles des zones très denses prévoient par exemple de regrouper les lignes de plusieurs immeubles ou habitations individuelles au niveau d'un point de mutualisation pouvant se situer en façade, en borne, en chambre de génie civil, dans une armoire de rue ou au niveau du répartiteur optique. Les opérateurs étudient ces différentes solutions qui impliquent des contraintes différentes en termes d'autorisation à obtenir, de disponibilité des infrastructures, de schémas opérationnels et de coûts. »

Cependant, à ce stade, les opérateurs n'ont pas convergé vers des solutions opérationnelles communes pour fournir l'accès aux lignes de ces petits immeubles en un point de mutualisation.

Conformément à la décision de l'Autorité du 22 décembre 2009, plusieurs opérateurs ont publié au printemps 2010 des offres d'accès aux lignes à très haut débit en fibre optique qu'ils avaient déjà construites ou à celles qu'ils envisageaient de construire dans les zones très denses. En application du cadre réglementaire, ces offres devaient notamment permettre à des opérateurs tiers de contribuer au financement de ces déploiements en échange notamment de droits d'accès pérennes sur les infrastructures. La plupart des offres d'accès publiées par les opérateurs au printemps 2010 concernant les déploiements qu'ils envisagent dans les zones très denses ne définissent pas de manière précise les modalités de l'accès aux lignes des immeubles de moins de 12 logements et renvoient à un régime déterminé ultérieurement. Les premiers retours d'expérience sur ces petits immeubles font de plus apparaître une grande hétérogénéité de situations, conduisant localement à des coûts de raccordement par prise pouvant varier dans un rapport de 1 à 10, faisant peser un risque sur la viabilité économique des déploiements pour ces immeubles.

Or il apparaît souhaitable que les opérateurs déploient dès à présent des réseaux en fibre optique dans l'ensemble des immeubles, quelle que soit leur taille, et sur l'ensemble du territoire des communes concernées. Ainsi, le dernier alinéa de l'article L. 34-8-3 du CPCE, introduit par la loi relative à la lutte contre la fracture numérique du 17 décembre 2009, précise que « pour réaliser les objectifs définis à l'article L. 32-1, et notamment d'assurer la cohérence des déploiements et une couverture homogène des zones desservies, l'Autorité peut préciser, de manière objective, transparente, non discriminatoire et proportionnée, les modalités de l'accès prévu au présent article ».

La nécessité d'un déploiement homogène apparaît d'autant plus fondamentale que ces petits immeubles rassemblent une part importante des logements situés en zones très denses. En effet, les zones très denses regroupent un peu plus de 6 millions⁵ de logements ou locaux à usage professionnel, dont 3,5 millions sont situés dans des immeubles de plus de 12 logements (soit 58 %) et 2,5 millions dans des immeubles de moins de 12 logements (soit 42 %). Parmi ces 2,5 millions, 750 000 sont des logements situés dans des immeubles

⁵ Les chiffres cités dans ce paragraphe sont les chiffres de l'INSEE datant de 1999. Il s'agit des seules données chiffrées disponibles concernant la répartition des logements dans les immeubles.

individuels. Les zones très denses regroupant 1,2 million d'immeubles dont 1 million d'immeubles de moins de 12 logements, les immeubles individuels représentent donc 75 % des immeubles de moins de 12 logements⁶.

Par la présente recommandation, l'Autorité entend faciliter le déploiement des réseaux de fibre optique jusqu'à l'abonné pour les petits immeubles ainsi que pour les quartiers pavillonnaires des communes situées dans les zones très denses. Il s'agit ainsi d'offrir à l'ensemble des opérateurs une prévisibilité suffisante afin de leur permettre d'engager des déploiements économiquement viables, cohérents et homogènes sur l'ensemble du territoire des communes des zones très denses.

Un premier bilan de la mise en œuvre de la présente recommandation sera établi au plus tard un an après son adoption afin, le cas échéant, d'apprécier la nécessité et l'opportunité d'une modification de la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009.

1.b. Une recommandation pour favoriser les déploiements dans les zones très denses

Comme le souligne la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009, « *la localisation du point de mutualisation (soit à l'intérieur de l'immeuble, soit accessible plus en amont dans le réseau par rapport à l'abonné, généralement depuis le domaine public) détermine dans une large mesure la capacité effective des opérateurs tiers à se raccorder au réseau de l'opérateur d'immeuble et donc à fournir le service aux habitants* ». Elle précise par ailleurs que « *la taille du point de mutualisation comme la densité de la zone dans laquelle il se situe, déterminent l'équation économique liée aux coûts de déploiement des opérateurs sur la partie horizontale, dans les infrastructures de génie civil* ». Ainsi, le degré de mutualisation et la pertinence de la localisation du point de mutualisation, qui conditionnent la viabilité économique des déploiements, dépendent essentiellement de deux critères : d'une part, du nombre de logements qu'il raccorde et, d'autre part, de la densité de la zone dans laquelle il se situe.

Ces deux critères conduisent à distinguer les immeubles, selon qu'ils comprennent plus ou moins de 12 logements, mais également à apprécier la localisation des logements au sein de zones géographiques plus ou moins densément peuplées. C'est pourquoi l'analyse de la pertinence de la localisation du point de mutualisation pourrait se fonder, au sein même des communes des zones très denses, sur la définition de « poches » géographiques de plus ou moins forte densité de population.

La distinction de sous-ensembles géographiques au sein des communes des zones très denses répond à l'esprit même de la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009. En effet, loin d'appréhender les zones très denses comme un bloc homogène, cette décision expose que si la maille communale présente des atouts importants, il convient de ne pas nier son hétérogénéité :

« La maille géographique de la commune est en effet dénuée d'ambiguïté et donne la meilleure visibilité aux acteurs (opérateurs, collectivités, gestionnaires d'immeuble). Elle recouvre certes des réalités géographiques qui peuvent être hétérogènes (habitat collectif / habitat pavillonnaire) ; néanmoins, la plupart des déploiements des

⁶ En effet, dans le cas des immeubles individuels, 1 immeuble = 1 logement.

opérateurs privés sont annoncés au niveau de la commune, notamment pour des raisons de taille critique et de lisibilité commerciale. »

Par ailleurs, les déploiements des opérateurs répondent à des logiques de déploiement par quartier, par « poche », mais rarement immeuble par immeuble. En effet, le déploiement d'un réseau en fibre optique jusqu'à l'abonné repose sur une architecture soit en point-à-point, soit en arbre cohérent qui remonte jusqu'à un NRO (nœud de raccordement optique). Les opérateurs déploient leurs réseaux horizontaux dans les rues en les dimensionnant pour l'ensemble des logements de la rue et non pour seulement quelques-uns de ces logements. Ainsi, la coexistence de deux architectures de déploiement totalement différentes sur une même zone ou dans une même rue pour tenir compte, d'une part, des immeubles de plus de 12 logements et, d'autre part, des immeubles de moins de 12 logements, serait, de manière générale, inefficace et coûteuse. Il convient donc que, sur une poche donnée, l'architecture déployée puisse être cohérente, que ce soit pour les immeubles de plus de 12 logements ou pour les immeubles de moins de 12 logements.

Conformément au cadre réglementaire en vigueur, les opérateurs qui envisagent d'installer le point de mutualisation à l'intérieur des limites de la propriété privée en application de la dérogation prévue par la décision n° 2009-1106, doivent s'assurer que les conditions techniques et économiques de l'accès sont effectivement raisonnables. Ainsi, dans certains cas, y compris pour des immeubles de plus de 12 logements, les opérateurs pourraient être conduits à placer le point de mutualisation plus haut dans le réseau, c'est-à-dire en dehors des limites de la propriété privée.

Enfin, afin de ne pas complexifier le cadre réglementaire et que celui-ci puisse être aisément lisible et applicable par l'ensemble des acteurs (opérateurs et collectivités territoriales), il apparaît nécessaire de ne pas multiplier les catégories de sous-ensembles géographiques avec des architectures de déploiement différentes.

Il ressort de ce qui précède qu'il convient, dans un premier temps, d'identifier, au sein des zones très denses, des poches moins densément peuplées regroupant notamment un grand nombre de petits immeubles. Par convention de langage, ces poches sont désignées par l'expression « poches de basse densité » (partie 2).

Dans un deuxième temps, il convient d'apporter des précisions sur l'application des dispositions fixées par le cadre réglementaire, notamment en ce qui concerne l'appréciation du caractère raisonnable des conditions économiques et techniques de l'accès, pour les déploiements des réseaux dans ces poches de basse densité (partie 3).

En dernier lieu, le présent document s'attache à apporter des précisions concernant les modalités de l'accès aux lignes à très haut débit en fibre optique pour les logements des petits immeubles situés dans les zones très denses mais en dehors des poches de basse densité (partie 4).

Les recommandations formulées dans le présent document ne concernent que les déploiements à venir et ne remettent pas en cause les déploiements, verticaux ou horizontaux, opérés depuis l'entrée en vigueur de la décision du 22 décembre 2009, notamment dans les poches de basse densité.

En tout état de cause, conformément à l'article L. 34-8-3 du CPCE et à l'article 2 de la décision de l'Autorité du 22 décembre 2009, ces déploiements déjà réalisés doivent garantir un accès dans des conditions techniques, économiques et d'accessibilité raisonnables, permettant le raccordement effectif d'opérateurs tiers.

Les présentes recommandations visent ainsi les immeubles pour lesquels la convention d'installation d'un réseau en fibre optique sera signée à compter d'un mois après la publication de la présente recommandation.

1.c. Processus d'élaboration de la recommandation

Dans le cadre d'un groupe de travail relatif aux aspects opérationnels et aux processus de la mutualisation, les principaux opérateurs ont, sous l'égide de l'Autorité, engagé des travaux d'expérimentation et d'évaluation portant sur les différentes options de mise en œuvre de la mutualisation dans les immeubles de moins de 12 logements ou locaux à usage professionnel. Des réunions multilatérales se sont tenues chaque mois depuis l'été 2010.

À l'automne 2010, riches des enseignements de ces travaux, les services de l'Autorité ont adressé à l'ensemble des acteurs concernés (opérateurs et collectivités territoriales notamment) un questionnaire afin de susciter des commentaires sur différents scénarios envisageables pour ces petits immeubles. L'Autorité a également consulté l'ensemble des acteurs participant au groupe de travail relatif au très haut débit au sein du GRACO (Groupe d'échange entre l'ARCEP, les collectivités territoriales et les opérateurs).

Élaborée au premier semestre 2011, la présente recommandation a par ailleurs fait l'objet d'une consultation publique entre le 7 avril et le 4 mai 2011.

2. Identification des poches de basse densité des zones très denses

2.a. Choix de la maille de base pour la définition des poches de basse densité

Caractéristiques recherchées de la maille

Tout d'abord, il convient de définir des critères permettant d'identifier les « poches de basse densité » au sein des zones très denses. Pour mener cet exercice, l'Autorité, en concertation avec les acteurs du déploiement de la fibre optique, a privilégié une maille infra-communale facilement identifiable.

Le choix d'une maille infra-communale permet de garantir que chacune des poches de basse densité soit intégralement située dans les zones très denses, et donc soumise à un unique cadre réglementaire. En effet, la délimitation des zones très denses s'opère, aux termes de la décision du 22 décembre 2009, selon les frontières de 148 communes.

En deuxième lieu, ce choix est cohérent avec la maille retenue par les opérateurs pour lancer leurs appels au co-investissement dans les zones très denses, dans le cadre de leurs offres de mutualisation publiées au printemps 2010.

En troisième lieu, une maille infra-communale garantit une partition complète et cohérente de la commune. Il est en effet indispensable que la partition concerne l'ensemble des zones géographiques (et tous les logements) de la commune afin d'éviter tout « trou de couverture ». La cohérence de cette partition implique également d'écarter tout recouvrement.

En quatrième lieu, la maille recherchée doit être suffisamment fine pour délimiter précisément les poches de basse densité, sans pour autant créer des traitements différenciés pour des poches de taille trop petite, ce qui pourrait conduire à une grande hétérogénéité des déploiements et à un coût de traitement important pour les opérateurs, allant *a contrario* de l'objectif visé.

En cinquième lieu, il importe que l'identification de ces mailles puisse être aisée pour l'ensemble des acteurs concernés par les déploiements, opérateurs comme collectivités territoriales. Le choix d'une partition publiquement connue est donc important.

Enfin, la partition infra-communale doit être aussi cohérente que possible avec les logiques de déploiement des réseaux. Or, dans les zones très denses, une grande partie de ce déploiement s'opère dans les infrastructures de génie civil de France Télécom qui sont structurées autour de répartiteurs et de sous-répartiteurs. Il importe donc que la partition soit aussi cohérente que possible avec l'empreinte du génie civil existant.

Pertinence de la maille de l'IRIS comme maille de base

L'ensemble des qualités attendues pour déterminer la maille infra-communale la plus pertinente a conduit l'Autorité à privilégier l'IRIS (« ilots regroupés pour des indicateurs statistiques »⁷). En effet, au regard du caractère objectif et peu contestable des mailles d'habitat et d'activité définies par l'INSEE, il semble que la maille de l'IRIS soit la plus à même de répondre à l'ensemble des critères rappelés ci-dessus. Il s'agit d'une partition du territoire des communes les plus peuplées⁸ en « quartiers » dont la population est de l'ordre de 2 000 habitants. La France compte environ 16 100 IRIS. Selon la base des IRIS publiés par l'INSEE au 1^{er} janvier 2008, les zones très denses comptent 4 921 IRIS, d'une taille moyenne de 1 267 logements.

La pertinence de la maille de l'IRIS au regard de la disponibilité des informations, de sa compatibilité avec les limites communales et de la nature relativement homogène de son bâti, doit pourtant aussi s'apprécier à l'aune d'une démarche pragmatique dans la conception des réseaux. En particulier, l'IRIS n'est pas systématiquement superposable aux zones arrière de sous-répartiteurs du réseau de boucle locale en cuivre de France Télécom puisque fondé sur un découpage administratif plutôt que sur la topologie du réseau de génie civil. Afin de garantir des déploiements efficaces, il convient donc d'envisager une certaine souplesse afin de garantir la plus grande cohérence possible de la maille de l'IRIS avec la topologie du génie civil existant.

En conclusion, il est recommandé d'utiliser l'IRIS comme maille de base pour définir les « poches de basse densité » des zones très denses. Pour optimiser la cohérence locale de ce découpage, notamment par rapport à l'emprise du génie civil déployé ou à la typologie du bâti, certains ajustements limités pourraient être admis, après information des acteurs concernés.

Les ajustements que l'Autorité considère comme raisonnables sont présentés ci-après, à la fin de la section 2.b.

⁷ <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/ilots-regr-pour-inf-stat.htm>

⁸ Seul l'ensemble des communes d'au moins 10 000 habitants et la plupart des communes de 5 000 à 10 000 habitants sont découpées en IRIS.

2.b. Choix des critères caractérisant les poches de basse densité

Choix des paramètres utilisés dans la caractérisation des poches de basse densité

Après avoir défini la maille de base d'identification des poches de basse densité, il convient de définir les critères permettant de considérer qu'un IRIS appartient à une « poche de basse densité », au sein des communes des zones très denses.

En première analyse, il semble que deux dimensions puissent être prises en compte :

- la « densité verticale », c'est-à-dire la distribution des logements en fonction de la taille des immeubles ;
- la « densité horizontale », c'est-à-dire la concentration des logements sur le territoire.

En effet, la caractérisation des poches de basse densité devrait permettre d'identifier, d'une part, les zones pour lesquelles la densité verticale est basse – c'est le cas des zones essentiellement pavillonnaires – et, d'autre part, les zones pour lesquelles la densité horizontale est basse – c'est le cas des zones où le bâti est espacé et donc les logements sont éloignés les uns des autres, ce qui conduit à des longueurs de réseau à tirer plus importantes pour les desservir.

La densité verticale pourrait être évaluée en fonction du ratio entre le nombre de logements en immeubles individuels et le nombre total de logements dans l'IRIS. Il convient sur ce point de noter qu'il existe une forte corrélation entre le nombre d'immeubles de moins de 12 logements et le nombre d'immeubles individuels par IRIS.

La densité horizontale pourrait quant à elle être évaluée en fonction du nombre de logements par km² ou d'une métrique mesurant le linéaire de génie civil. La première solution semble la plus simple à mettre en œuvre et la plus cohérente avec le choix de l'IRIS comme maille de base.

La combinaison de ces deux critères permettrait de cibler les zones majoritairement composées de petits immeubles, tout en écartant les zones où la présence d'un certain nombre de grands immeubles ou bien d'un bâti très resserré permet d'atteindre un nombre de logements conséquent et un niveau de densité élevé.

Ainsi, l'Autorité propose de retenir comme critère de caractérisation des poches de basse densité la combinaison entre un ratio minimal de logements en immeubles individuels et un ratio maximal de logements par km².

Le calcul de ces deux ratios pourrait utilement se fonder sur les données infra-communales de l'INSEE datant du recensement général de la population 2007. La base correspondante, intitulée « IRIS – Logement⁹ – 2008 »¹⁰ est la base la plus récente fournissant, pour chaque IRIS, les données nécessaires.

⁹ Dans les bases INSEE, le terme « logement » n'inclut pas les locaux à usage professionnel. Ceci est sans préjudice d'un traitement homogène des logements et des locaux professionnels situés dans un même IRIS.

¹⁰ Ce choix permet de s'affranchir des éventuels futurs changements de contour d'IRIS ainsi que d'éventuelles disparitions de variables dans les futures bases de données. L'Autorité pourra à l'avenir, en tant que de besoin, étudier l'opportunité d'utiliser une nouvelle base de données INSEE pour servir de référence.

Définition du seuil pertinent dans la caractérisation des poches de basse densité

L’Autorité propose que les IRIS comportant plus de 15 % de logements en immeubles individuels et moins de 5 000 logements par km² soient qualifiés comme appartenant aux poches de basse densité. Au terme d’une étude d’impact et de sensibilité, ces seuils sont apparus comme les plus pertinents pour définir les zones nécessitant une plus grande mutualisation afin de garantir une équation économique suffisante pour que plusieurs opérateurs tiers puissent effectivement se raccorder aux différents points de mutualisation.

Ces seuils permettent, en regroupant les IRIS de même nature, la formation de poches de basse et haute densité cohérentes, conformément aux objectifs annoncés. Avec ces seuils, 23 % des logements situés dans l’ensemble des communes des zones très denses seraient classés en poches de basse densité.

Par ailleurs, l’Autorité souligne que, bien que les critères de caractérisation des poches de basse densité ne tiennent pas compte des locaux à usage professionnel, le traitement au sein d’un même IRIS devrait être homogène entre les logements et les locaux à usage professionnel, regroupés sous la dénomination « logements » dans la présente recommandation.

Détermination de la liste des IRIS en poches de basse densité

Il importe que la définition des critères retenus pour caractériser les poches de basse densité ne conduise pas à créer une mosaïque de poches de basse densité de petite taille et non contiguës. En effet, une telle configuration conduirait à augmenter significativement la complexité de traitement et, par conséquent, les coûts de déploiement. Par exemple, il ne serait pas efficace, tant sur un plan économique que technique, de qualifier comme poche de basse densité, un IRIS situé en centre-ville et entouré d’IRIS de haute densité.

Ainsi, dans le cas où l’application stricte de ces critères conduirait à des conditions de déploiement manifestement non efficaces tant sur un plan technique qu’économique pour certains IRIS, des modifications pourraient être effectuées au cas par cas.

Les cas de figure suivants pourraient notamment être étudiés :

- dans le cas où une poche de basse densité serait constituée d’un seul IRIS isolé et entourée d’IRIS de haute densité (et vice-versa), la qualification de cet IRIS pourrait être réexaminée ;
- les communes ou agglomérations très majoritairement composées de poches de basse densité, ou à l’inverse situées presque entièrement en dehors de ces poches, pourraient dans certains cas être traitées plus efficacement de manière uniforme ;
- pour certains IRIS particuliers, du fait par exemple de la présence d’un parc, les critères proposés pourraient ne pas refléter la densité réelle du bâti.

Nécessité d’envisager une souplesse des frontières des poches de basse densité

De manière générale, le choix de la maille de l’IRIS implique de conserver une certaine flexibilité de traitement afin d’assurer les déploiements les plus efficaces, et donc les moins coûteux.

En particulier, il apparaît que la situation dans laquelle la frontière d’une poche de basse densité, i.e. la frontière entre deux IRIS de nature différente (respectivement basse et haute densité), se situe au milieu d’une rue ou d’un groupe d’immeubles pourrait conduire à des déploiements peu efficaces. En effet, lorsqu’un opérateur déploie son réseau dans une rue, il

visé généralement à raccorder les bâtiments des deux côtés de la rue. Une architecture de déploiement complètement différente selon le côté de la rue pourrait s'avérer coûteuse et inefficace. L'annexe 1 du présent document illustre une telle situation.

Ainsi, s'il apparaîtrait que la maille de l'IRIS fournit, en principe, la meilleure partition des communes, il peut être souhaitable, dans certains cas, de modifier marginalement ces frontières afin d'éviter des déploiements manifestement inefficaces, et mettant en cause de l'objectif de couverture cohérente et homogène des territoires, voulue par le législateur. Afin que ces modifications ne remettent pas en cause l'utilisation de l'IRIS comme maille de base, ce qui introduirait de la complexité voire un manque de prévisibilité, elles devraient être limitées à inclure, ou non, les immeubles situés de l'autre côté d'une rue lorsque celle-ci constitue la frontière d'une poche de basse densité.

En outre, il est recommandé que l'opérateur d'immeuble souhaitant effectuer une telle modification des frontières d'une poche de basse densité en informe, préalablement à tout déploiement, les acteurs concernés, c'est-à-dire, *a minima* :

- les opérateurs présents sur la liste prévue par l'article R. 9-2 du CPCE ;
- la ou les communes dans lesquelles sont inclus les IRIS concernés ;
- la collectivité territoriale ou le groupement de collectivités territoriales portant un schéma directeur territorial d'aménagement numérique tel que défini à l'article L. 1425-2 du code général des collectivités territoriales (ci-après « CGCT ») lorsque celui-ci existe ;
- le cas échéant, la collectivité territoriale ou le groupement de collectivités territoriales compétent au sens de l'article L. 1425-1 du CGCT ;

Il est également recommandé que l'opérateur d'immeuble communique ces informations à l'Autorité tous les trois mois.

2.c. Mise en place d'un comité technique de concertation piloté par l'ARCEP

La nécessité d'envisager une certaine souplesse dans la définition des « poches de basse densité » pourrait, dans certains cas, introduire une certaine imprévisibilité et générer des délais supplémentaires importants dans des mécanismes de consultation/concertation itératifs entre les différents acteurs concernés (opérateurs et collectivités territoriales).

Afin d'apporter de la prévisibilité, l'ARCEP va ainsi mettre en place un comité technique de concertation regroupant les opérateurs, des représentants de collectivités territoriales, et, le cas échéant, des personnalités qualifiées, afin de recommander pour chacune des 148 communes des zones très denses, une cartographie précise des « poches de basse densité ». Le comité se réunira régulièrement et étudiera progressivement chaque commune sur la base d'une première proposition des services de l'ARCEP qui sera envoyée au moins dix jours avant chaque réunion à l'ensemble de ses membres. Dès que les discussions concernant une commune sont achevées, l'ARCEP publiera sur son site internet la carte de la commune avec la détermination recommandée des frontières des « poches de basse densité ».

L'objectif est que le comité ait, d'ici la fin de l'année 2011, recommandé une cartographie précise des « poches de basse densité » pour l'ensemble des communes ayant fait l'objet d'un appel au co-investissement et sur lesquelles des déploiements sont donc envisagés à court terme.

3. Définition des modalités d'accès aux lignes dans les poches de basse densité des zones très denses

Afin de garantir que, dans les poches de basse densité précédemment identifiées, les opérateurs puissent accéder au point de mutualisation dans des conditions économiques et techniques raisonnables, l'Autorité propose ci-après des conditions portant sur la taille des points de mutualisation, la demande d'équipements dédiés, ainsi que des mécanismes de coordination entre les acteurs. L'Autorité souligne que ces recommandations concernent l'architecture des réseaux FttH et les modalités de déploiement de ces réseaux mais ne remettent pas en cause les modalités d'appel au co-investissement et de partage des coûts mises en œuvre à l'échelle de la commune dans les zones très denses depuis début 2010.

3.a. Taille du point de mutualisation

Le caractère raisonnable des conditions économiques de raccordement au point de mutualisation dépend concrètement du coût de déploiement par logement équipé en fibre optique. Ce coût se décompose en un coût de déploiement mutualisé sur le réseau situé en aval du point de mutualisation, et un coût de raccordement de chaque opérateur en amont du point de mutualisation. Il apparaît ainsi que les principaux paramètres déterminant ce caractère économiquement raisonnable sont, d'une part, la distance que les opérateurs ont à parcourir depuis leurs points de présence locaux (là où sont installés leurs équipements de collecte) pour raccorder le point de mutualisation en déployant en parallèle leurs propres réseaux de fibre optique et, d'autre part, le nombre de logements potentiellement accessibles depuis le point de mutualisation (c'est-à-dire sa taille).

Les principaux désavantages liés à une petite taille de point de mutualisation sont l'augmentation, d'une part, des coûts fixes d'installation par logement raccordable, d'autre part, des coûts d'exploitation en cas de multiplication du nombre de points de mutualisation. En revanche, une taille minimale assez élevée, à l'instar de celle retenue en dehors des zones très denses, ne semble pas raisonnable dans ces poches de basse densité, au vu des contraintes plus importantes de saturation du génie civil en zones très denses et des conditions d'implantation de points de mutualisation de grande taille plus contraignantes.

Par conséquent, l'Autorité estime qu'une taille minimale de point de mutualisation de 300 logements serait généralement pertinente. Une taille de cet ordre n'introduirait pas de contraintes disproportionnées, quelle que soit la technologie (G-PON ou point-à-point) que les opérateurs souhaitent déployer dans les poches de basse densité.

En outre, certaines autres modalités propres aux zones moins denses, telles que l'existence d'une offre de raccordement distant, ne semblent pas nécessaires dans ces poches de basse densité des zones très denses. En effet, l'existence préalable de nombreux points de présence des opérateurs dans les communes concernées permet une augmentation moindre des coûts de collecte avec la diminution de la taille du point de mutualisation par rapport aux zones moins denses.

Par ailleurs, afin d'assurer un déploiement adapté à la très grande hétérogénéité des situations rencontrées dans les poches de basse densité, une certaine flexibilité devrait être laissée aux acteurs. Ainsi, une taille de point de mutualisation inférieure à 300 logements pourrait, dans

certains cas exceptionnels, être plus efficace, tout en maintenant une équation économique permettant le raccordement effectif de plusieurs opérateurs tiers. Par exemple, un sous-répartiteur du réseau cuivre ayant fait l'objet d'une opération de montée en débit pourrait, dans certaines conditions, ultérieurement être réaménagé pour l'installation d'un point de mutualisation FttH. Dans de tels cas, il conviendrait que l'opérateur d'immeuble consulte au préalable les autres acteurs sur l'opportunité de localiser le point de mutualisation à un niveau plus en aval dans le réseau, et qu'il soit en mesure de justifier son choix. Le mécanisme de consultation suivi pourrait s'inscrire dans celui proposé à la section 3.e.

En tout état de cause, lorsque le déploiement du réseau en fibre optique s'effectue en aérien, il semble qu'il ne soit pas techniquement et/ou opérationnellement possible de déployer plusieurs câbles successivement en utilisant les infrastructures existantes, c'est-à-dire les supports aériens. Il serait donc préférable, sauf dans des conditions particulières liées notamment à la structure de l'habitat et des réseaux, que le point de mutualisation soit situé dans ce cas en amont des zones de desserte en aérien, afin que les opérateurs tiers puissent le raccorder dans des conditions satisfaisantes.

Enfin, si au moment de la publication de la présente recommandation, l'opérateur d'immeuble a d'ores et déjà déployé un réseau de fibre optique jusqu'à un point situé plus en aval qu'un point de mutualisation de 300 logements, l'Autorité invite cet opérateur à ne pas déployer son réseau de façon plus capillaire, et à installer le point de mutualisation le plus en amont possible, sans que cela ne remette en cause les déploiements déjà effectués.

3.b. Caractère raisonnable d'une demande de fibre dédiée

L'article 5 de la décision n° 2009-1106 de l'Autorité dispose que l'opérateur d'immeuble fait droit aux demandes raisonnables des opérateurs consistant à bénéficier de fibres dédiées pour chaque logement. Cette demande étant considérée comme raisonnable dans les zones très denses, lorsque le point de mutualisation est situé à proximité ou à l'intérieur des immeubles, ces derniers sont aujourd'hui équipés selon un schéma multi-fibres.

Dans les poches de basse densité, au vu des caractéristiques locales du bâti et de la densité de population, la viabilité de déploiements capillaires en parallèle des opérateurs semble difficile. Cette analyse a conduit l'Autorité à proposer ci-dessus une solution basée sur une mutualisation accrue, avec un point de mutualisation plus en amont dans le réseau regroupant au moins 300 logements.

Or, il apparaît que la remontée d'un réseau en point-à-point multi-fibres jusqu'à un point de mutualisation regroupant quelques centaines à quelques milliers de lignes serait susceptible d'engendrer des problèmes de saturation dans l'infrastructure de génie civil. Par ailleurs, le déploiement d'un réseau multi-fibres en aval du point de mutualisation a également un impact sur le volume du point de mutualisation, ce qui crée donc des contraintes supplémentaires sur l'implantation locale de ces équipements.

C'est ainsi que lors de la consultation publique, la très grande majorité des acteurs, et notamment des opérateurs, n'ont pas manifesté d'intérêt pour bénéficier d'une fibre dédiée dans les poches de basse densité.

En conséquence, le caractère raisonnable d'un schéma multi-fibres semble difficile à établir de manière générale dans les poches de basse densité. Dès lors, il apparaît que l'opérateur d'immeuble pourrait ne pas faire droit aux demandes de fibre dédiée dans la mesure où celles-ci apparaissent *a priori* peu raisonnables dans les poches de basse densité.

3.c. Homogénéité de traitement pour les immeubles de plus de 12 logements

Afin de garantir un traitement homogène au sein des poches de basse densité, il semble préférable que l'ensemble du réseau déployé dans ces poches soit mutualisé dans des conditions équivalentes, et ce, quelle que soit la taille des immeubles concernés. Ainsi, bien que la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009 l'autorise de manière exceptionnelle, il semblerait inefficace d'un point de vue économique que le point de mutualisation des immeubles de plus de 12 logements situés dans ces poches se situe en pied d'immeuble, alors que les autres logements de la poche seraient accessibles depuis un point plus en amont dans le réseau. Un tel traitement hétérogène de la zone risquerait d'annuler la baisse du coût de déploiement liée à la mutualisation et conduirait à une occupation sous optimale du génie civil dans ces poches.

3.d. Complétude du déploiement

Par ailleurs, afin de favoriser la complétude des déploiements et d'en limiter les coûts, un opérateur déployant un point de mutualisation dans une poche de basse densité devrait anticiper le raccordement ultérieur de tout immeuble appartenant à la zone arrière de ce point de mutualisation, en termes de dimensionnement du point de mutualisation et d'architecture de réseau.

En outre, à l'instar des déploiements en dehors des zones très denses, l'opérateur d'immeuble pourrait proposer une offre d'équipement des immeubles non encore fibrés de la zone arrière du point de mutualisation. Cette offre couvrirait à la fois le raccordement au réseau horizontal et l'équipement vertical de la colonne montante de l'immeuble. L'offre pourrait notamment s'adresser à des opérateurs tiers souhaitant orienter le déploiement vers certains immeubles spécifiques ou à des particuliers souhaitant s'assurer du raccordement de leur immeuble.

En effet, de telles précautions semblent utiles pour éviter qu'un opérateur d'immeuble ne déclare des zones arrière de points de mutualisation de taille importante, alors qu'en pratique, il limiterait l'équipement de la zone arrière à une partie des immeubles, par exemple aux immeubles les plus rentables, ou ceux dans lesquels sa part de marché est la plus élevée.

Ainsi, à l'instar des obligations posées par la décision n° 2010-1312 du 14 décembre 2010 concernant les déploiements en dehors des zones très denses, il est recommandé que tout opérateur déployant un point de mutualisation dans une poche de basse densité anticipe le raccordement ultérieur de tout immeuble de la zone arrière de ce point de mutualisation, afin que les immeubles puissent tous être raccordés à son réseau horizontal irriguant ladite zone et, ainsi, que l'ensemble des lignes soient regroupées au sein du même point de mutualisation.

3.e. Cohérence du déploiement

De manière générale, au vu de la taille moyenne des IRIS, une poche de basse densité, elle-même constituée d'un ou plusieurs IRIS, devrait regrouper plusieurs points de mutualisation. Par conséquent, à l'instar des obligations posées par la décision n° 2010-1312 du 14 décembre 2010, il est recommandé qu'un opérateur souhaitant installer un point de mutualisation et déployer son réseau dans une partie de la poche vérifie que les zones arrière de points de

mutualisation s'articulent entre elles de manière à permettre une couverture progressive, cohérente et potentiellement complète de la poche en fibre optique.

Il est ainsi recommandé que l'opérateur d'immeuble déployant dans une zone arrière de point de mutualisation donnée s'assure que son plan de déploiement permet une couverture ultérieure des logements des zones arrière de points de mutualisation restantes. L'opérateur d'immeuble veillerait à ce que le découpage proposé respecte ces conditions sur un nombre entier d'IRIS contigus ou *a minima* sur l'IRIS concerné. À l'instar des déploiements en dehors des zones très denses, l'opérateur pourrait à ce titre consulter les opérateurs tiers et les collectivités territoriales concernées, c'est-à-dire, *a minima* :

- les opérateurs présents sur la liste prévue par l'article R. 9-2 du CPCE ;
- la ou les communes dans lesquelles sont inclus les IRIS concernés ;
- la collectivité territoriale ou le groupement de collectivités territoriales portant un schéma directeur territorial d'aménagement numérique tel que défini à l'article L.1425-2 du CGCT lorsque celui-ci existe ;
- le cas échéant, la collectivité territoriale ou le groupement de collectivités territoriales compétent au sens de l'article L. 1425-1 du CGCT ;
- et, à titre informatif, l'ARCEP.

Un délai de réponse suffisant serait laissé aux acteurs pour manifester, le cas échéant, leur désaccord.

Il conviendrait alors que l'opérateur d'immeuble s'engage à tenir le plus grand compte des discussions avec les autres acteurs concernant ces schémas de déploiement, et en particulier des collectivités territoriales. En cas de désaccord avec l'un de ces acteurs sur l'ingénierie retenue, l'opérateur d'immeuble devrait justifier du choix réalisé à l'aide d'éléments pertinents démontrant que son schéma permet l'établissement de conditions de concurrence satisfaisantes et d'une couverture cohérente du territoire.

4. Déploiements en dehors des poches de basse densité des zones très denses

Les immeubles de moins de 12 logements des zones très denses se situant en dehors des poches de basse densité ne constituent pas une catégorie parfaitement homogène permettant de recommander une unique modalité opérationnelle d'accès aux lignes à très haut débit en fibre optique. Toutefois, une grande majorité d'acteurs (opérateurs et collectivités territoriales) ont souligné que, si la présente recommandation devait retenir un trop grand nombre de sous-catégories afin de répondre à toutes les spécificités de l'habitat, elle induirait une complexité telle qu'elle serait difficile à mettre en œuvre.

La présente recommandation se limitera donc à rappeler les solutions envisageables pour déterminer les modalités d'accès aux lignes à très haut débit en fibre optique de ces petits immeubles.

4.a. Localisation du point de mutualisation

En application de la décision n° 2009-1106 du 22 décembre 2009, le point de mutualisation ne peut pas se situer à l'intérieur de la propriété privée dans des immeubles de moins de 12 logements qui ne sont pas reliés à un réseau public d'assainissement visitable par une galerie elle-même visitable. Ceci implique donc une mutualisation, *a minima*, de l'adduction

des immeubles considérés. Plusieurs solutions peuvent être retenues pour l'hébergement du point de mutualisation, chacune présentant des avantages et inconvénients spécifiques.

La première solution qui peut être envisagée est la localisation du point de mutualisation pour ces immeubles en chambre de génie civil. À cet égard, l'Autorité rappelle que le projet de décision d'analyse de marché de l'accès aux infrastructures constitutives de la boucle locale (marché 4), transmis à l'Autorité de la concurrence pour avis en janvier 2011, prévoit que :

« [...] dans le cadre de la mutualisation de la partie terminale des réseaux de fibre optique en zone très dense, il est possible qu'un ensemble de petits immeubles d'habitation soient raccordés en multi-fibres depuis un point de mutualisation situé sur le domaine public. Dans l'hypothèse où ce point de mutualisation ne permettrait pas de brassage optique, il est dès lors envisageable qu'il puisse être installé dans une chambre de génie civil, les interventions au niveau de ce point de mutualisation restant exceptionnelles. À ce titre, il convient que France Télécom autorise l'hébergement de tels points de mutualisation multi-fibres sans brassage optique dans ses chambres de génie civil. »

Ainsi, les contraintes liées aux chambres de génie civil ne semblent pas permettre l'installation d'un dispositif de brassage sur lequel des interventions régulières devraient avoir lieu. Dans un schéma mono-fibre, cette solution ne semble donc pas envisageable. Mais dans un schéma multi-fibres, ce type de point de mutualisation ne pourrait pas constituer un point de flexibilité régulier pour les opérateurs souhaitant, par exemple, optimiser le remplissage de leur réseau lorsqu'ils utilisent la technologie PON. Ces opérateurs devraient alors installer un point de flexibilité à un autre endroit. En outre, les processus relatifs à la maintenance dans ce type de solution restent à définir. Ce type d'hébergement pourrait cependant être utilisé lorsque l'installation de mobilier urbain n'est pas autorisée, ou n'est pas possible pour des raisons techniques.

La deuxième solution qui peut être envisagée est la localisation du point de mutualisation pour ces immeubles en armoire ou en local technique. Cette solution, qui semble la plus simple pour les interventions de soudure, de brassage ou de maintenance, présente toutefois deux contraintes : la première concerne la disponibilité des fourreaux amenant les lignes des immeubles à l'armoire ou au local technique, qui n'est pas nécessairement garantie, et la seconde concerne les difficultés et les coûts liés à l'obtention d'autorisations pour implanter des armoires ou des locaux techniques dans un environnement urbain généralement très occupé.

La troisième solution qui peut être envisagée est la localisation en borne du point de mutualisation pour ces immeubles. Cette solution présente des contraintes similaires à la précédente en termes d'autorisations à obtenir. En outre, les opérateurs ont indiqué que les bornes peuvent parfois souffrir de dégradation et de vandalisme. Enfin, les opérateurs ont également souligné les coûts importants liés à cette solution pour laquelle les boîtiers et les connecteurs présentent à ce stade des coûts élevés par prise.

La quatrième solution qui peut être envisagée pour ces immeubles est la localisation du point de mutualisation en façade. Les contraintes d'accessibilité de cette solution, en particulier celles liées à l'accès en hauteur, rendent néanmoins difficiles les interventions en façade. De plus, des autorisations de l'ensemble des gestionnaires des immeubles dont la façade est concernée pourraient être nécessaires, ce qui est susceptible d'être à l'origine de délais de déploiement. Enfin, les coûts par prise liés à cette solution restent importants, bien que généralement moins élevés que ceux de la solution en borne.

En tout état de cause, pour les mêmes raisons que dans les poches de basse densité, lorsque le déploiement du réseau en fibre optique s'effectue en aérien, il serait préférable, sauf conditions particulières liées notamment à la structure de l'habitat et des réseaux, que le point de mutualisation soit situé en amont des zones de desserte en aérien, afin que les opérateurs tiers puissent le raccorder dans des conditions satisfaisantes.

4.b. Caractère raisonnable d'une demande de fibre dédiée

Tout d'abord, en dehors des poches de basse densité, le caractère raisonnable d'une demande de fibre dédiée pourrait s'apprécier au regard de l'objectif de cohérence de déploiement entre les immeubles de plus de 12 logements équipés en multi-fibres et le reste des immeubles.

En outre, pour les immeubles de moins de 12 logements en dehors des poches de basse densité, le point de mutualisation devrait être le plus souvent situé à proximité du pied des immeubles. En conséquence, l'installation de plusieurs fibres par logement dans un immeuble conduirait à des surcoûts limités. De plus, ces éventuels surcoûts doivent être appréciés au regard des perspectives de baisses de coûts du fait de l'industrialisation progressive des déploiements.

Par ailleurs, comme pour les immeubles de plus de 12 logements dans ces zones, le schéma multi-fibres permet de limiter les interventions d'un opérateur donné sur les équipements des autres opérateurs et ainsi de réduire les problèmes de responsabilité. Ce schéma présente également l'avantage de préserver l'avenir et les évolutions futures des technologies, en ce qu'il laisse ouverte la possibilité pour chaque opérateur de faire évoluer son réseau de façon indépendante.

Ce schéma apparaît donc favorable à la dynamique concurrentielle et aux utilisateurs finals : il permet une indépendance des acteurs de bout en bout, et évite de réintroduire à l'échelle de l'immeuble des schémas complexes, à l'instar du dégroupage, pouvant nécessiter une régulation forte. Du point de vue des utilisateurs finals, la pose de fibres supplémentaires dédiées permettrait de changer plus facilement d'opérateur, sans perte de service, et de souscrire simultanément à des services de différents opérateurs, ce qui pourrait contribuer au développement de nouveaux usages. Pour les copropriétés, les habitants et les entreprises, cette option devrait également limiter, à terme, les interventions des opérateurs, en particulier au niveau des points de mutualisation situés dans des chambres de génie civil ou en façade.

En conclusion, l'Autorité estime que l'opérateur d'immeuble devrait faire droit aux demandes raisonnables de disposer d'une fibre dédiée exprimées antérieurement à l'installation des lignes, ce qui conduirait de manière générale à l'utilisation d'une solution multi-fibres pour la mutualisation des lignes à très haut débit en fibre optique dans les immeubles de moins de 12 logements des zones très denses en dehors des poches de basse densité.

4.c. Taille du point de mutualisation

Aucune taille minimale du point de mutualisation n'est recommandée, celle-ci étant très variable en fonction des différentes solutions de mutualisation (en fonction, par exemple, de la place disponible dans les chambres de génie civil, ou des contraintes d'accessibilité).