



HAL
open science

Modélisation de l'effet d'une taxe sur la construction : le Versement pour Sous-Densité

Paolo Avner, Vincent Viguie, Stéphane Hallegatte

► To cite this version:

Paolo Avner, Vincent Viguie, Stéphane Hallegatte. Modélisation de l'effet d'une taxe sur la construction : le Versement pour Sous-Densité. Revue de l'OFCE, 2014, pp.341. 10.3917/reof.128.0341 . hal-01136220

HAL Id: hal-01136220

<https://enpc.hal.science/hal-01136220v1>

Submitted on 30 Mar 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MODÉLISATION DE L'EFFET D'UNE TAXE SUR LA CONSTRUCTION LE VERSEMENT POUR SOUS-DENSITÉ¹

Paolo Avner

CIREN, APREC

Vincent Vigié

CIREN

Stéphane Hallegatte

Banque mondiale

Le Versement pour Sous Densité est une mesure innovante qui a fait son entrée dans la loi française depuis mi-2012 et qui vise à limiter l'étalement urbain en taxant les nouvelles constructions qui n'atteignent pas un Seuil minimal de densité. Ce papier, à travers l'utilisation d'un modèle transport-usage des sols (NEDUM 2D), quantifie les impacts potentiels de cette politique sur l'Île-de-France et examine les conditions qui lui permettraient de gagner en efficacité tout en limitant les coûts sociaux de sa mise en œuvre. Les résultats de cette étude montrent que si cet outil est correctement utilisé, il peut contribuer à limiter l'étalement urbain tout en augmentant les surfaces construites et donc en diminuant le niveau des prix immobiliers et des loyers. De façon surprenante, il s'agit donc d'une taxe sur la construction qui a pour résultat un accroissement des surfaces des logements. Cependant la mise en œuvre de cette politique est compliquée puisque le choix du Seuil minimal de densité en conditionne largement l'efficacité. Si celui-ci est trop bas le versement peut avoir des impacts contre-productifs comme une accélération de l'étalement urbain. De plus, en fonction de l'objectif privilégié (limitation de l'étalement urbain, accès aux transports en commun, ...), le choix du seuil optimal variera.

Mots clés : Construction de logements, Étalement urbain, Densité résidentielle, Taxation de basses densités

1. Les résultats, interprétations et conclusions exprimés dans ce document sont entièrement la responsabilité des auteurs et ne reflètent pas forcément les vues de la Banque mondiale, ni de ses organisations affiliées, ni des directeurs exécutifs de la Banque mondiale ou des gouvernements qu'ils représentent.

Depuis mi-2012, la loi permet aux communes et communautés de communes de taxer tout détenteur de permis de construire dont le projet immobilier n'atteint pas le seuil minimal de densité fixé en lien avec le plan local d'urbanisme. Ce dispositif, appelé « versement pour sous-densité » (VSD), a été adopté le 30 janvier 2011 dans le cadre de la Loi de finances rectificative 2010 et fait son entrée dans un nouveau chapitre « Fiscalité de l'aménagement » au début du livre III titre III du Code de l'urbanisme (Legifrance).

Son but affiché rejoint les objectifs du Grenelle de l'environnement qui visent à optimiser la consommation de l'espace : il s'agit de lutter contre l'étalement urbain en renchérissant le coût de construction des bâtiments qui n'atteindraient pas une densité de construction suffisante.

Concrètement, la mesure est réservée aux seules communes dotées d'un Plan local d'urbanisme (PLU) ou d'un Plan d'occupation des sols (POS), ou aux Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) compétents en matière de PLU. Le Seuil minimal de densité (SMD) ne s'applique que pour les zones urbanisées ou à urbaniser (U et AU) des documents d'aménagement. Certaines règles encadrent la définition de ce SMD (il ne peut être inférieur à la moitié ni supérieur aux trois quarts de la densité maximale autorisée par les règles établies par le PLU), ainsi que le montant de la taxe (*cf.* ci-dessous). Il est à noter que la mise en place du VSD est pour l'heure facultative, ce qui a évidemment des implications importantes sur la portée de ce dispositif.

Dans les secteurs où un SMD a été déterminé, les titulaires d'une autorisation de construire (particuliers, sociétés immobilières ou de construction) qui édifient une construction nouvelle doivent s'acquitter d'un VSD dès lors que la densité de construction est inférieure au SMD suivant la formule suivante :

$$VSD = \frac{\text{Valeur terrain}}{2} \times \frac{S_{SMD} - S}{S_{SMD}}$$

Où S_{SMD} représente la surface de plancher bâtie qui correspondrait à une construction ayant comme densité le seuil SMD, et où S est la surface de construction de plancher réelle. Une limite est

également fixée par la loi : le VSD ne peut excéder 25 % de la valeur du terrain. La résolution d'une équation simple (voir encadré 3) montre que le VSD est plafonné lorsque la surface construite est inférieure ou égale à la moitié de S_{SMD} . On peut donc réécrire la formule précédente de la façon suivante :

$$VSD = \begin{cases} \frac{\text{Valeur terrain}}{2} \times \frac{S_{SMD} - S}{S_{SMD}} & \text{si } \frac{S_{SMD}}{2} < S < S_{SMD} \\ \frac{\text{Valeur terrain}}{4} & \text{si } S \leq \frac{S_{SMD}}{2} \end{cases}$$

Encadré 1. Exemples de mise en place du VSD

Prenons un exemple concret afin de nous saisir plus complètement du fonctionnement du VSD. Imaginons un terrain d'une surface de 700 m², estimé à 150 000 euros. Imaginons également que les documents locaux d'urbanisme établissent qu'il se situe dans une zone où le SMD est de 0,5. Dans ce cas, la surface minimale à construire pour répondre au critère de densité minimale (S_{SMD}) et ainsi s'affranchir du paiement du VSD est de 700m² * 0,5 = 350m².

Supposons que deux promoteurs (A et B) soient intéressés par le terrain pour y construire des logements. Le premier promoteur a pour ambition de construire une maison d'une surface S_A de 135 m² et le second d'une surface S_B de 210 m². Les versements pour sous-densité correspondants sont alors de 150 000 € / 4 = 37 500 € pour le premier projet (car 135 m² < 175 m² = $S_{SMD}/2$) et de (150 000 € / 2) * (1-210 m² / 350m²) = 30 000 € pour le second projet.

Maintenant supposons que les promoteurs souhaitent modifier à la marge leurs projets initiaux pour diminuer le VSD.

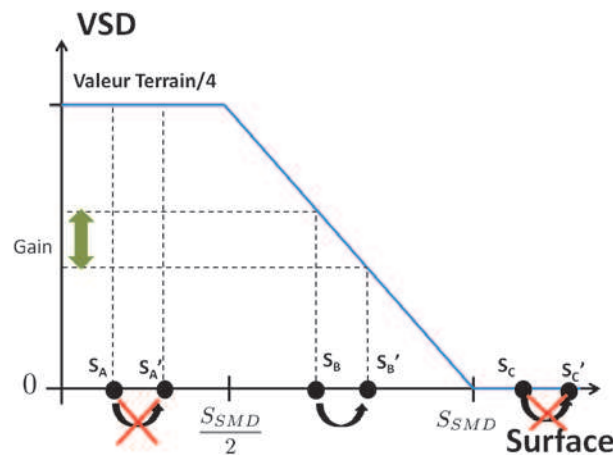
Pour le promoteur A, s'il rajoute 20 m² (graphiquement il passe alors à S_A') à la surface construite par rapport à son projet initial (135 m² au lieu de 135 m²), il aura à s'acquitter d'un VSD du même montant (150 000 € / 4 = 37 500 €) car il se situe toujours sous la valeur de $S_{SMD}/2 = 175$ m². Ce n'est donc pas une modification à la marge qui lui permet de payer moins mais un changement significatif de plus de 40 m² (= 175 m² - 135 m²).

En revanche pour le promoteur B, rajouter 20 m² à la surface construite par rapport à son projet initial ($S_B' = 230$ m² au lieu de 210 m²) fait passer le VSD à (150 000 € / 2) * (1-230 m²/350 m²) = 25 714 € soit une économie de 4 286 euros.

Il est aisé alors de comprendre que le VSD n'augmentera la construction que dans des zones où les projets initiaux ne sont pas trop éloignés de la surface de plancher qui résulterait de l'application du plafond du

VSD, soit entre $S_{SMD}/2$ et S_{SMD} (cas du promoteur B). En effet lorsque les projets se situent trop loin de ce niveau (cas du promoteur A), alors les coûts de construction supplémentaires auront de fortes chances d'être supérieurs à la réduction de versement qu'une telle opération permettrait. Il sera alors rationnel de se résoudre à s'acquitter du VSD maximal sans chercher à construire plus et le VSD ne sera alors pas incitatif.

Graphique 1. L'impact du VSD sur les surfaces construites



Il est à noter sur le graphique 1 que le promoteur C qui avait prévu de construire une surface S_C supérieure à S_{SMD} , n'a également aucun intérêt à modifier son projet.

Il reste cependant de nombreuses questions sur l'influence d'une telle taxe sur l'objectif affiché de lutte contre l'étalement urbain, c'est-à-dire sur l'efficacité de ce dispositif. Prévoir quel sera en pratique l'effet d'une incitation financière est toujours un exercice délicat mais utile pour mieux comprendre le fonctionnement de la taxe et ses possibles effets indirects. Cette question n'épuise pas à elle seule le sujet du VSD. Parmi les interrogations restantes on peut en effet se demander s'il est pertinent, dans le contexte actuel de crise du logement en France, de taxer la construction de cette manière. Et de façon plus pratique, il reste à définir les « bons » Seuils minimaux de densité.

Ces trois questions structureront cet article. Nous présentons dans un premier temps la méthode et l'outil que nous utilisons pour procéder à l'évaluation du VSD sur l'Île-de-France avant de

détailler qualitativement dans un second temps les effets que pourrait avoir l'établissement d'un VSD uniforme sur une agglomération stylisée. Nous montrerons enfin les résultats d'une étude que nous avons menée sur l'Ile-de-France en nous attachant aux questions de l'efficacité du dispositif, du SMD à mettre en œuvre ainsi qu'aux effets sur les loyers et sur la construction.

1. Modélisation quantitative des effets du VSD

Pour évaluer quantitativement les effets du VSD sur une agglomération, il faut disposer d'un cadre théorique reflétant les interactions entre les décisions de localisation des ménages, les décisions de construction des promoteurs immobiliers et les prix immobiliers. Le modèle NEDUM-2D (*Non Equilibrium Dynamic Urban Model*) développé au sein du CIRED (Viguié et Hallegatte, 2012) permet de mener à bien un tel exercice. Sous ce nom se cache une extension du modèle d'économie urbaine standard tel que défini par Fujita (Fujita, 1989) à partir des travaux pionniers d'Alonso, Mills et Muth de la fin des années soixante (Alonso, 1964 ; Mills, 1967 ; Muth, 1969). Il cherche à expliquer la variation du coût du foncier en ville, et par là la variation du niveau des prix immobiliers, ainsi que la répartition de la population et des constructions au sein d'une agglomération.

Il repose sur deux mécanismes fondamentaux très simplifiés, mais néanmoins réalistes. Premier mécanisme, lorsqu'ils choisissent leur lieu d'habitation, les ménages font un arbitrage entre la proximité au centre-ville et le niveau du prix immobilier à payer (ou, de manière équivalente, entre la proximité au centre-ville et la taille du logement à occuper). Deuxième mécanisme, des promoteurs immobiliers (propriétaires du sol²) choisissent de construire plus ou moins de logements à un endroit donné, en se basant sur le niveau du prix de l'immobilier à cet endroit. Plus le prix de l'immobilier est cher, plus ceux-ci choisissent de construire dense. Grâce à ces deux mécanismes, en ayant des informations sur la taille de la population, le revenu des ménages, le système de transport, les

2. Un calcul standard permet de démontrer que cette hypothèse ne change rien aux résultats du modèle : dans le cadre des hypothèses du modèle, supposer que les promoteurs immobiliers louent ou doivent acheter les terrains à des propriétaires fonciers n'a aucune incidence sur les raisonnements et sur les calculs que nous faisons par la suite.

dépenses des ménages, les coûts de construction et le comportement des promoteurs, il est possible d'évaluer la structure de la ville.

Encadré 2. Le formalisme de l'économie urbaine

Ces mécanismes peuvent être représentés mathématiquement de manière quantitative. On introduit la fonction d'utilité suivante pour traduire l'arbitrage des ménages.

$$U^\alpha = Z^\alpha q^\beta \quad (1)$$

Où α et β sont des coefficients ($\alpha + \beta = 1$), q représente la surface de logement de chaque ménage et Z la quantité de bien composite (biens autres que le poste logement) restant au ménage après règlement de son loyer. Cette forme fonctionnelle est en cohérence avec le fait que la part du revenu dévolue aux dépenses de logement est relativement constante à travers l'agglomération et dans le temps (Davis et Ortalo-Magné, 2011). La contrainte budgétaire du ménage s'énonce comme suit :

$$Y = Rq + Z + t_r \quad (2)$$

Où Y représente le revenu moyen par ménage dans l'agglomération, R le loyer par m² du logement et t_r les coûts de transport. Les promoteurs immobiliers cherchent à maximiser le profit suivant :

$$\pi = (R - R_0)H - (\rho + \delta)K \quad (3)$$

Où H est la quantité de « surface plancher » construite, K est la quantité de capital investie et R_0 est le loyer agricole ou le loyer pour lequel le bénéfice de la construction devient nul. ρ représente la dépréciation du capital (amortissement) et δ le taux d'intérêt qui exprime le coût du capital.

La fonction de production des « surfaces planchers » s'écrit classiquement (Muth, 1969) comme suit :

$$H = AK^b L^a \quad (4)$$

Avec a et b des coefficients tels que $(a + b) = 1$ et L la surface occupée par des bâtiments. Cette forme fonctionnelle traduit le fait que les coûts généralisés de construction croissent avec la densité de construction (Castel, 2007).

En disposant d'informations exogènes sur le revenu des ménages Y , sur les coûts complets du transport (coût du temps et coût monétaire) t_r , en chaque point de l'agglomération, sur la population totale, sur les coûts de construction (les paramètres A et b) et enfin sur la structure de dépenses des ménages (α et β), il est possible de caractériser la structure interne d'une ville. Les autres grandeurs telles que les loyers R , le capital investi K , les surfaces construites H , ou la taille des logements q sont en conséquence déterminées de manière endogène.

Le modèle NEDUM-2D reprend entièrement le formalisme et les intuitions de l'économie urbaine. Il y intègre en sus trois éléments :

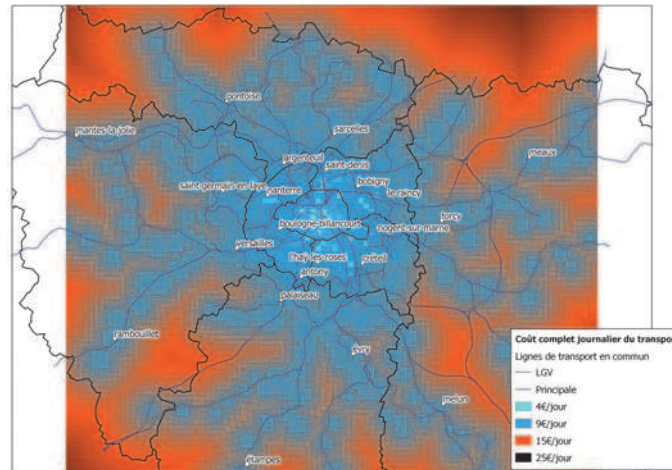
— **des trajectoires d'évolution urbaine hors équilibre** : Les modèles d'économie urbaine classiques sont à même de représenter une ville à l'équilibre, c'est-à-dire lorsqu'il y a adaptation parfaite des constructions aux variations de revenus, de populations et de coûts du transport. Dans la réalité, les villes sont caractérisées par des déséquilibres dus à l'inadéquation par exemple du parc de logements et de la population en ville. La prise en compte de l'inertie dans le modèle NEDUM-2D lui permet de retranscrire ces périodes de transition et donc de décrire de façon pertinente la dynamique d'évolution des villes en partant du principe qu'elles tendent à retrouver une trajectoire d'équilibre. L'inertie introduite permet de capturer les différences de vitesse d'évolution des grandeurs en ville : les loyers s'ajustent rapidement, tandis que la construction de logements est plus lente (préparation du projet, choix du terrain, temps de construction, ...). Une description détaillée de ce mécanisme est fournie dans un papier précédent (Viguié, Hallegatte, et Rozenberg, 2011).

— **des contraintes d'usage du sol réelles** : NEDUM-2D tient compte de contraintes sur l'usage des sols. Les zones boisées, de lacs où par lesquelles passent des cours d'eau sont supposées inconstructibles.

— **des coûts du transport réalistes** : Le modèle tel qu'on l'applique sur l'Ile-de-France tient compte de coûts complets de transport domicile-travail réalistes (coût monétaire du déplacement et coût d'opportunité lié au temps de transport). NEDUM-2D représente différents modes de déplacement (à pied, en voiture ou en transport en commun) mais également des combinaisons de ces différents modes pour effectuer un trajet donné.

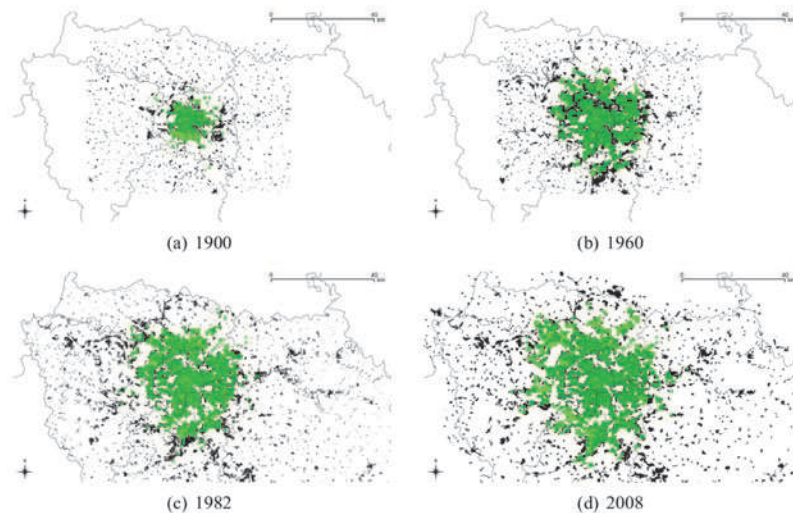
Dans la présente étude, nous utilisons ce modèle avec un certain nombre d'hypothèses simplificatrices : nous supposons que tous les ménages de l'agglomération ont un revenu similaire, et qu'ils travaillent tous au centre de Paris (graphique 2). De telles hypothèses, bien que très simples, décrivent de manière tout à fait acceptable l'agglomération parisienne dans ses grandes lignes. Le graphique 3 montre ainsi graphiquement la capacité de NEDUM-2D à retranscrire l'évolution de la tâche urbaine de l'agglomération parisienne de 1900 à 2006.

Graphique 2. Coûts généralisés journaliers du transport en Ile-de-France pour les trajets domicile-travail utilisés dans les simulations



Note : les coûts généralisés intègrent le coût du trajet et le coût monétarisé correspondant au temps de trajet et sont basés sur l'hypothèse simplificatrice que tous les emplois sont dans le centre de Paris. Les coûts du transport ont ainsi tendance à croître à mesure qu'on s'éloigne de Paris intra-muros. Ils sont moins élevés pour une distance de Paris donnée lorsqu'on est proche d'une ligne de transport en commun.
Source : CIRED.

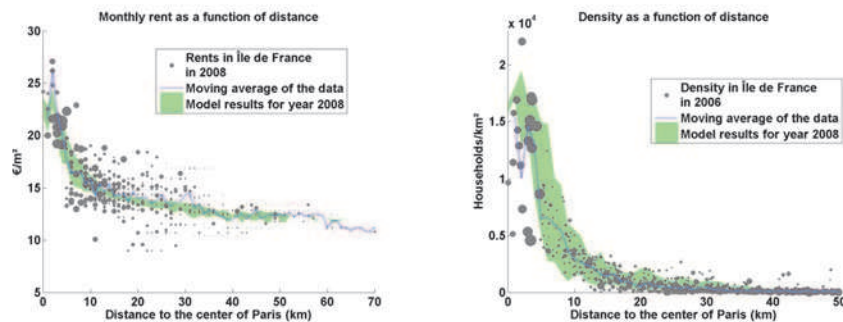
Graphique 3. Comparaison de la tâche urbaine de l'agglomération parisienne simulée par NEDUM-2D (vert transparent) et telle qu'observée d'après le Corine Land Cover (en noir)



Note : Les zones qui apparaissent en vert foncé sont celles où le Corine Land Cover et NEDUM-2D coïncident, celles qui sont en vert clair sont des zones où NEDUM prédit à tort de l'urbanisation tandis que les zones noires sont des zones où NEDUM ne parvient pas à représenter l'urbanisation constatée.
Sources : CIRED, Corine Land Cover.

Le graphique 4 montre que le modèle décrit également de manière satisfaisante la structure interne de l'agglomération capturée à travers la densité de population et le niveau des loyers.

Graphique 4. Comparaison des loyers/m² mensuels (à gauche) et des densités de population (à droite) observés et simulés par NEDUM-2D en fonction de la distance au centre de Paris



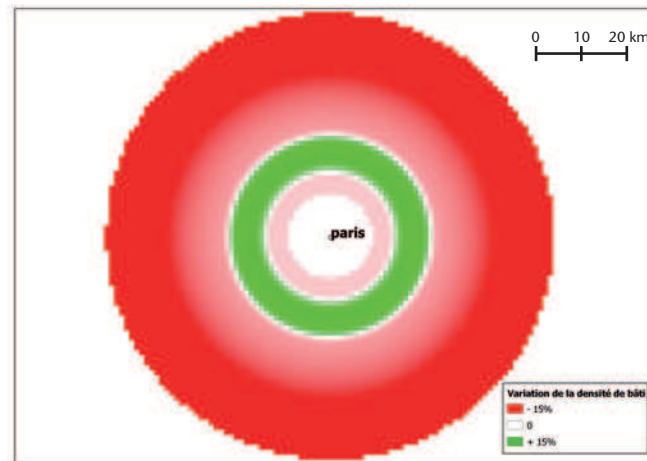
Source : CIRED.

Les hypothèses que nous avons faites permettent d'analyser de façon simple les principaux impacts potentiels du VSD, lorsque l'on se place à l'échelle globale de l'agglomération. Une analyse plus détaillée, examinant par exemple les effets du VSD commune par commune suivant leurs caractéristiques propres, nécessiterait en revanche une modélisation plus détaillée.

2. Le Versement pour Sous-Densité dans une ville idéalisée

Avant de présenter les résultats des simulations sur l'agglomération parisienne, il est utile de présenter ce que donnerait la mise en place d'un VSD sur une ville schématique, circulaire, où les coûts de transports dépendent linéairement de la distance au centre. Dans le graphique 5, nous comparons la densité de bâti dans un scénario dans lequel un VSD uniforme a été introduit quelques années auparavant, et la densité de bâti dans un scénario identique en tout point au précédent (même évolution totale de la population, mêmes politiques de transport, etc.), mais dans lequel aucun VSD n'a été mis en place.

Graphique 5. Variation de la densité de bâti causée par l'introduction du VSD par rapport à une situation sans VSD avec une ville circulaire schématique



Note : dans les zones rouges et roses, les constructions diminuent par rapport au cas de référence si un VSD a été introduit, tandis qu'elles augmentent dans les zones vertes.

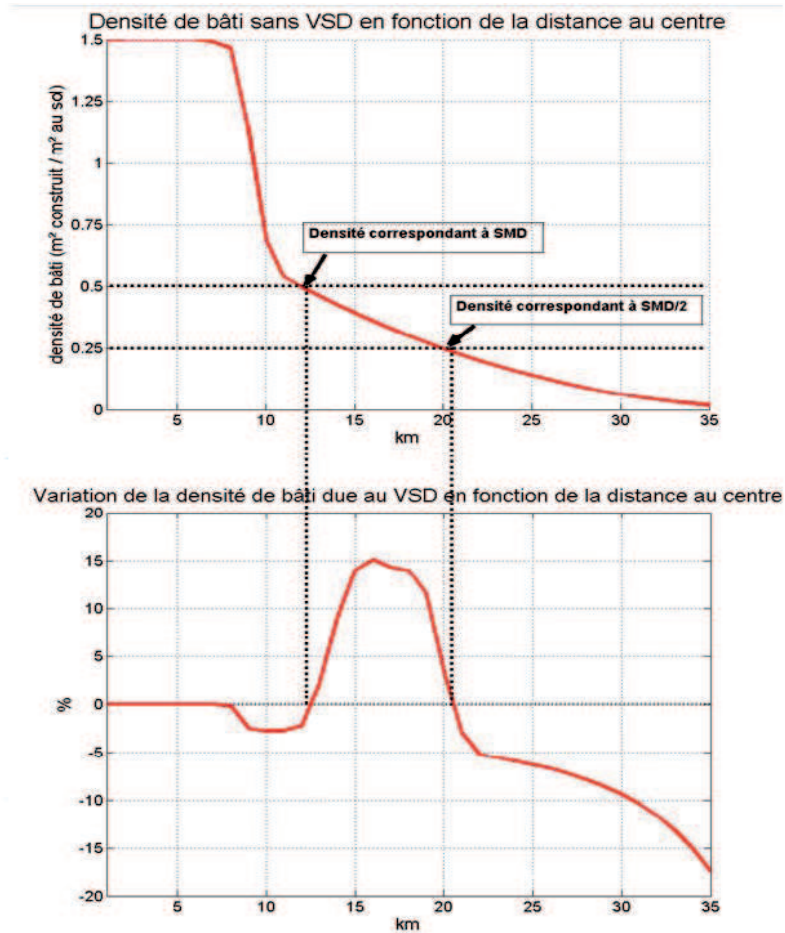
Source : CIRED.

Quatre couronnes concentriques apparaissent (graphique 6) :

- Une couronne périphérique, dans laquelle on observe une diminution de la construction. Cette couronne correspond aux zones où le plafond de 25 % sur le VSD s'applique (encadré 1).
- Une couronne intermédiaire (apparaissant sur le graphique 5 comme une couronne verte), proche du centre-ville. Cette couronne correspond aux zones où l'introduction du VSD a incité les promoteurs immobiliers à construire plus, c'est-à-dire aux zones où la densité est inférieure au seuil minimal de densité, mais où le plafond de 25 % sur le VSD ne s'applique pas.
- Une aire à Paris intra-muros qui correspond à une zone où les constructions sont contraintes par les limites de l'urbanisme dans Paris (nombre maximum d'étages), et où seule cette contrainte joue. À cet endroit, les incitations marginales ne jouent donc pas, et le VSD n'a aucun impact.
- Une zone centrale hors Paris intra-muros où la densité n'a quasiment pas évolué (couleur rose pâle), et qui correspond aux zones où la densité est supérieure au seuil minimal de

densité dans le cas de référence, et où aucun versement n'est donc acquitté.

Graphique 6. Vue en coupe du graphique précédent



Source : CIRED.

La couronne intermédiaire correspond aux zones où le VSD a eu son effet attendu : en taxant les constructions à faible densité, il incite à construire plus dense que dans le scénario de référence. La couronne rouge et la zone du centre (hors Paris intra-muros) correspondent aux zones où, soit du fait du plafond, soit parce que la densité est supérieure au SMD, le VSD n'incite pas à construire plus dense. L'encadré 1 « Exemples de mise en place du VSD »

montre pourquoi l'existence du plafond de 25 % n'entraîne pas d'effet incitatif du VSD dans la zone périphérique.

Il peut paraître surprenant, au premier abord, que la densité de bâti diminue dans ces deux zones. L'explication est la suivante. Tout d'abord, il faut noter que la population totale de l'agglomération étant la même dans le scénario avec VSD que dans le scénario de référence, le besoin en nombre total de logements y est également le même. Le VSD étant incitatif dans la couronne verte, un certain nombre de logements en plus y sont construits dans le scénario avec VSD, lorsque l'on compare au scénario de référence. Par conséquent, le nombre de logements totaux étant le même dans les deux scénarios, en dehors de la zone verte, dans le reste de la ville, le nombre de logements doit être plus faible. C'est ce qui provoque une baisse de la construction dans ces deux zones entourant la couronne verte : le centre-ville et la banlieue lointaine. En pourcentage, la baisse apparaît beaucoup plus marquée en banlieue lointaine qu'au centre-ville car le nombre initial de logements y est plus faible.

Pour résumer, il y a un redéploiement de la population et des constructions au travers de l'agglomération vers certaines zones où la densité de bâti a crû, redéploiement surtout visible dans les zones de plus basse densité de bâti. Les zones où la densité de bâti croît sont déterminées par le SMD, et correspondent à des zones où la densité initiale de population est proche du SMD.

3. Les impacts du VSD sur la région Ile-de-France

Afin d'étudier les impacts de l'introduction du VSD sur l'agglomération parisienne, nous réalisons une étude prospective sur l'Ile-de-France entre 2000 et 2040. Pour obtenir les évolutions futures des revenus, de la population et des prix du transport indispensables à NEDUM-2D, nous avons sélectionné un des scénarios produit par le modèle d'équilibre général IMACLIM-R (Rozenberg *et al.*, 2010 ; Waisman *et al.*, 2012) qui prolonge les tendances d'évolution actuellement observées depuis une vingtaine d'années. Si l'utilisation d'un scénario est indispensable pour mener à bien cette étude prospective, le choix du scénario n'a pas une importance capitale. En effet, l'objectif de ce papier est de comparer un scénario de référence à un scénario d'introduction du VSD, toutes

choses égales par ailleurs. Les valeurs absolues des variables sont donc d'une moindre importance ici.

Dans les simulations contraintes, on introduit le VSD en 2012, date de mise en œuvre de cette politique. Nous avons choisi, dans un but de clarté et de facilité, un SMD uniforme qui soit appliqué de manière obligatoire à l'ensemble de l'agglomération. Il s'agit donc ici d'exercices illustratifs puisque le texte de loi prévoit que le SMD, facultatif, est défini pour chaque PLU ou POS. Il est difficile de présager de la manière dont les maires vont se saisir de cet outil facultatif qu'est le VSD. Il y a cependant fort à parier que tous ne le mettront pas en œuvre. De la même manière, parmi ceux qui choisiront de se servir de cet outil, suivant leurs objectifs, les Seuils minimaux de densité différeront d'une commune à l'autre. Notre étude ne traite pas ce cas de figure puisque nous supposons l'application du VSD selon un schéma très particulier : il est obligatoire et le SMD est identique dans toutes les communes. Cette simplification trouve ses justifications dans le fait que notre objectif est moins de mesurer les impacts d'une politique précise d'implémentation du VSD dans cette agglomération que de comprendre les effets de la taxe et de fournir un ordre de grandeur chiffré de ses effets possibles.

Le VSD intervient au niveau de l'arbitrage des constructeurs immobiliers. Il s'ajoute aux coûts généralisés de construction : à loyer donné, dès lors que la densité de bâti que choisit un promoteur se trouve être inférieure au SMD, il a des taxes à payer et son profit s'en trouve réduit. Il a donc une incitation à construire un peu plus pour augmenter son profit. S'il construit trop, l'augmentation correspondante des coûts de construction fait plus que contrebalancer la réduction du VSD à payer, et il existe donc une augmentation optimale de la surface de construction qui maximise le gain.

Encadré 3. Le comportement du promoteur immobilier face au VSD

L'introduction du VSD dans le modèle revient à modifier l'équation 3 de l'encadré 2 comme suit :

$$\pi = [(R - R_0)H - (\rho + \delta)K] \begin{cases} * 1 & \text{si } H \geq H_{min} \\ \left(1 - \frac{(H_{min}-H)}{2H_{min}}\right) & \text{si } H < H_{min} \text{ mais } \geq H_p \\ 0,75 & \text{si } H < H_p \text{ (VSD est plafonné à 25\%)} \end{cases} \quad (5)$$

Où H_{min} est la surface construite correspondant au SMD et H_p est la surface construite qui correspond à un paiement du VSD égal à son plafond. Il est possible de déterminer H_p :

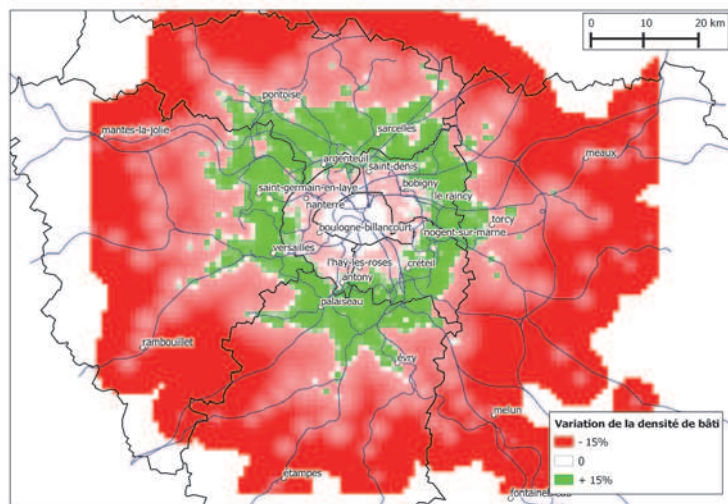
$$0,25 * \pi = \pi \frac{H_{min} - H_p}{2H_{min}} \quad (6)$$

$$\Leftrightarrow H_p = 0,5 H_{min}$$

La surface de plancher qui correspond au plafonnement du VSD est H_p , soit la moitié de la surface qui permet de s'épargner le paiement du VSD H_{min} . Ainsi, lorsque le projet de construction prévoit une surface-plancher très en dessous de la moitié de H_{min} , il est probablement plus profitable de ne pas modifier les projets de construction et de s'acquitter du VSD maximal.

Si l'on considère un seuil minimal de 0,5 (ce qui signifie que pour 100 m² de terrain, 50 m² de surface plancher au moins doivent être construites³ afin de s'épargner le paiement du VSD), on obtient la carte suivante (graphique 7).

Graphique 7. Variation de la densité de bâti causée par l'introduction du VSD en 2040 par rapport à une situation sans VSD avec un seuil minimal de densité de 0,5



Source : CIREL.

3. Très exactement, il s'agit de la densité de construction légale, au sens du « rapport entre la surface de plancher d'une construction déterminée [...] et la surface du terrain de l'unité foncière sur laquelle cette construction est ou doit être implantée » (Code de l'urbanisme L331-35).

L'illustration graphique permet de capturer visuellement l'effet de recomposition de la forme urbaine induit par l'introduction du VSD pour ce seuil minimal de densité. Elle explicite également en partie les mécanismes à l'œuvre : contraction générale des surfaces urbanisées et réallocation partielle des constructions périphériques vers des zones plus centrales (autour de la première couronne parisienne dans notre cas) où la densité de bâti augmente en conséquence. Cependant, elle ne renseigne pas sur l'efficacité générale du dispositif. Bien que nous ne disposions pas d'indicateur composite pour l'apprécier, les statistiques suivantes fournissent néanmoins des ordres de grandeur utiles pour appréhender cette question (tableau 1).

Tableau 1. Impact de l'introduction d'un VSD (SMD : 0,5) sur différentes grandeurs caractérisant la forme urbaine

	Situation initiale (2012)	Scenario de référence (2040)	Scenario avec VSD (2040)	Variation En %
Loyer mensuel moyen dans l'agglo (€/m ²)	17,19	28,94	28,81	-0,46
Distance moyenne au centre ville (km)	15,12	16,95	16,71	-1,44
Distance annuelle moyenne en voiture (km)	6416	7429	7335	-1,26
Taille moyenne des appartements (m ²)	74,7	75,6	76,0	0,59
Surface urbanisée (km ²)	1573	1950	1866	-4,32
Surfaces de plancher construites (km ²)	366	431	436	1,21
Pourcentage d'accès aux transports en commun	66,1	61,8	62,6	1,32
Densité moyenne dans l'agglo (hab/km ²)	3416	3242	3388	4,51

Source : CIREL.

Ces valeurs indiquent toutes un impact sensible du VSD. En ce qui concerne l'objectif affiché du VSD, à savoir la lutte contre l'étalement urbain, on peut faire le constat d'un impact non marginal puisque la surface urbanisée décroît de 4,3 %. En parallèle, la densité de population moyenne dans l'agglomération augmente de 4,5 %. Lorsqu'on considère le fait que Paris est en grande partie déjà construite et que le renouvellement du parc bâti ne se fait qu'à un rythme lent, cette statistique traduit un impact important du VSD.

Par ailleurs, un autre résultat apporte des éléments de réponse à l'une de nos questions initiales : « Est-il raisonnable de taxer la

construction en période de pénurie de logements ? ». On constate que les surfaces de planchers construites augmentent dans l'agglomération de plus de 1 % par rapport à une situation sans VSD. Ce résultat surprenant peut s'expliquer de la manière suivante : l'introduction du VSD modifie la valeur des terrains (la rente foncière) et donc en conséquence les décisions de construction de logement sur les parcelles. Afin de maximiser la rente foncière, les propriétaires du sol confrontés au VSD vont être incités dans certains cas à augmenter les surfaces construites afin de réduire le montant du VSD dont ils doivent s'acquitter malgré une augmentation des coûts de construction. Le résultat à l'échelle de l'agglomération de l'introduction du VSD est une augmentation des surfaces construites. Les loyers de leur côté permettent d'équilibrer dans NEDUM-2D le marché immobilier ou de la location et traduisent donc la tension entre demande et offre de surfaces de logement. Ainsi, le résultat immédiat de cette augmentation des surfaces construites est de faire baisser très légèrement les loyers/m² moyens en Ile-de-France. Cette baisse n'est certes pas des plus spectaculaires mais il n'en reste pas moins que cette taxe sur la construction ne contribue au final en rien à la pénurie de logements et à l'augmentation des loyers, et tend même au contraire à résorber ces problèmes.

Le VSD pourrait ainsi être susceptible de contribuer de manière substantielle à la diminution de l'artificialisation des sols en Ile-de-France et de ralentir la disparition progressive des terrains agricoles sous la pression foncière. Il pourrait également apporter une contribution non anecdotique à la lutte contre la crise du logement – en augmentant les constructions – ainsi qu'à la lutte contre l'effet de serre au travers de la diminution des distances parcourues en voiture. Néanmoins, il est légitime de chercher de quelle manière il est possible d'accroître l'efficacité de ce dispositif. Si l'on met de côté temporairement les questions d'acceptabilité politique, une piste pour ce faire semble tout indiquée : augmenter le SMD.

4. Le choix du SMD conditionne l'efficacité du VSD

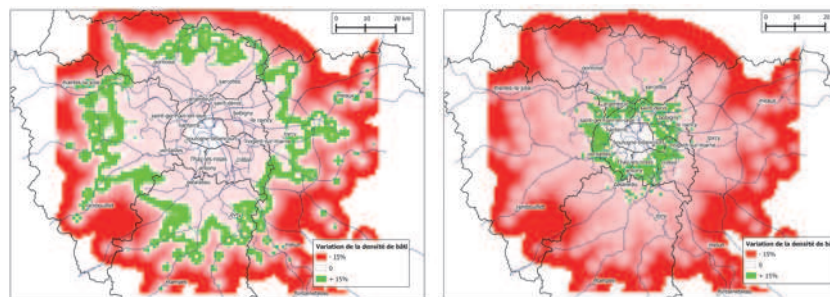
Nous avons rappelé que la définition d'un seuil minimal de densité était facultative et que par conséquent les décideurs locaux avaient la possibilité d'exonérer les propriétaires du VSD. Cepen-

dant, pour ceux qui souhaiteraient se saisir de ce nouvel instrument, ils seront confrontés à une question de taille. Quel SMD retenir ? La réponse à cette question n'est pas neutre. Elle conditionne totalement l'efficacité de la politique.

Plaçons-nous dans la perspective d'un élu de l'agglomération parisienne qui souhaiterait instaurer le VSD pour lutter le plus efficacement possible contre l'étalement urbain (*i.e.* réduction de la taille de la ville). Comme précédemment, nous supposons qu'il doit choisir un SMD *homogène* pour l'ensemble de l'agglomération. Il est alors confronté au problème suivant qui tient à la définition du VSD. S'il choisit un SMD trop faible (par exemple : 0,05 ce qui implique de construire 50 m² de surfaces de plancher sur un terrain urbanisable d'un kilomètre carré), la densification réelle sera faible car une grande majorité des constructions répond déjà à ce critère et, même lorsqu'elle est concernée, une construction n'évoluera que marginalement. De plus l'effet peut même être négatif, on construira certes plus mais dans des zones en périphérie de ville, ce qui aura pour effet d'attirer plus de locataires dans ces zones créant ainsi de l'étalement urbain.

À l'inverse, s'il choisit un SMD trop élevé, une part significative des propriétaires de terrain préférera s'acquitter du VSD plutôt que d'investir pour densifier le bâti, et du fait du plafonnement du VSD à 25 % de la valeur du terrain, l'incitation à construire plus ne touchera qu'une faible part des nouveaux logements. Voici deux exemples graphiques de ces situations où l'on choisit dans un cas un SMD très faible (0,2) et dans l'autre un SMD élevé (0,8).

Graphique 8. Variation de la densité de bâti en Ile-de-France avec des SMD différents (0,2 à gauche et 0,8 à droite)

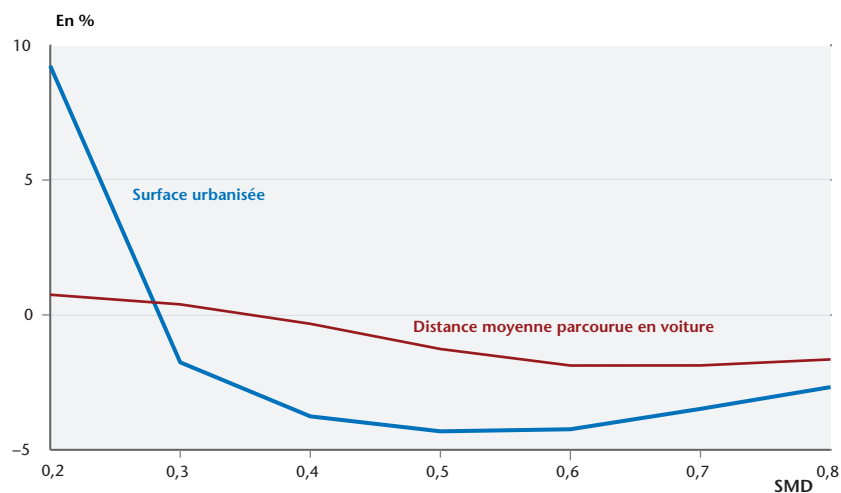


Note : Le déplacement de la « couronne verte » dans laquelle le VSD favorise l'augmentation de densité apparaît nettement : plus le SMD est faible, plus cette couronne s'éloigne du centre de l'agglomération.
Source : CIRED.

L'existence des quatre couronnes explicitées plus haut apparaît nettement dans les deux simulations, cependant leurs localisations sont très différentes. Plus le SMD est faible et plus la couronne où se produit la densification est localisée loin du centre-ville.

La question hypothétique du choix d'un SMD optimal du point de vue de la lutte contre l'étalement urbain rejoint en quelque sorte un problème classique d'imposition. Il s'agit d'arbitrer entre une assiette large associée à un taux d'imposition plus faible et une assiette moins large et une taxation plus forte. En d'autres termes la question du choix du SMD peut se formuler de la manière suivante : taxer fortement quelques-uns ou taxer faiblement un grand nombre... Il existe cependant une différence notable avec cette formulation : nous considérons ici que le VSD a pour principale fonction d'être un outil incitatif au service d'une réorganisation spatiale urbaine plus dense et que son but premier n'est pas la collecte de ressources budgétaires. Les référentiels de mesure de son efficacité que nous avons retenus ici sont la surface urbanisée et la distance moyenne parcourue en voiture. Ces deux variables permettent de capturer différents aspects de la reconfiguration spatiale de l'agglomération induite par l'introduction du VSD.

Graphique 9. Impact du SMD sur l'évolution de la surface urbanisée et de la distance moyenne annuelle parcourue en voiture, relativement à une situation sans VSD



Source : CIRED.

On constate tout d'abord que, pour des SMD trop faibles, l'introduction d'un VSD peut conduire à des résultats contre-productifs. Pour un seuil minimal de 0,2 les surfaces artificialisées augmentent ainsi de plus de 9% par rapport à une situation sans VSD, car c'est dans des zones qui resteront au final peu denses que le VSD incite à construire plus.

On constate également que les deux indicateurs définis au-dessus présentent une évolution de type courbe en U lorsqu'on fait varier le seuil minimal de densité.

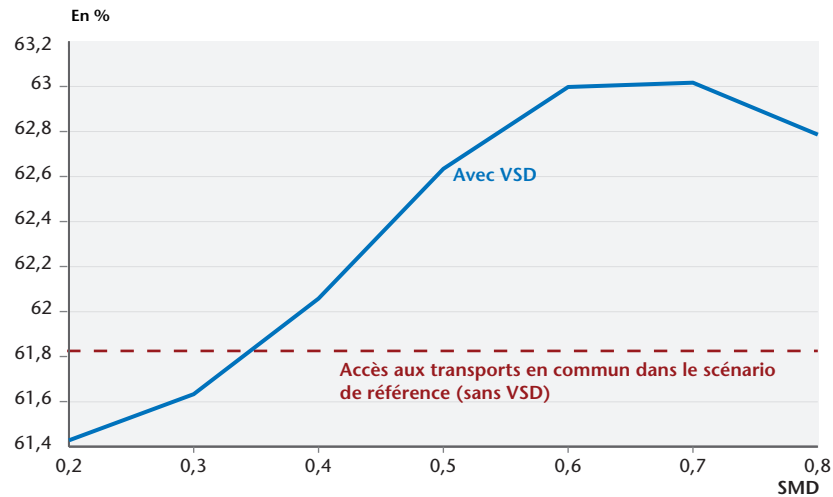
Enfin, l'impact maximal concernant la diminution de ces grandeurs est obtenu pour des SMD différents. Si l'on souhaite minimiser les surfaces urbanisées, alors le modèle suggère de choisir un seuil de 0,5. En revanche si l'objectif est de diminuer au maximum les distances parcourues en voiture, alors un SMD de 0,6 semble plus efficace.

D'autres indicateurs permettant d'apprécier la capacité du VSD à influencer sur la trajectoire d'urbanisation peuvent être choisis. Dans ce cadre, l'une des conséquences les plus souvent mentionnées de l'étalement urbain est le déclin des parts modales du transport en commun pour les trajets domicile-travail en raison du coût et de la difficulté du maillage en infrastructure de territoires étendus et peu denses (Kenworthy et Laube, 1999). Il peut être intéressant de chercher à caractériser l'évolution de l'accessibilité aux transports en commun en fonction des seuils minimaux de densité choisis. Bertaud (2002) indiquait dans une étude sur l'impact de la forme urbaine sur les comportements de transport que l'aire « de capture » des transports en commun est un cercle d'environ 800 mètres autour de chaque gare. Il justifiait cette hypothèse en expliquant qu'en moyenne, personne n'acceptait de marcher plus de 10 minutes pour prendre un bus ou un métro. À une vitesse de 4,5km/heure, cette durée indique qu'il faut résider dans un rayon de 800 mètres autour d'une gare pour être susceptible de prendre les transports en commun. À l'aide de ce critère, il est possible de voir quel est l'impact de SMD différenciés sur la propension de la population à prendre les transports en commun.

Le graphique 10, comme le précédent, met à jour le caractère contre-productif de SMD trop faibles (ici 0,2 et 0,3) puisque l'accès aux transports en commun décline. Par contre, le seuil minimal

qui permet de maximiser l'accessibilité aux transports publics est ici de 0,7 et diffère encore une fois des précédents.

Graphique 10. Impact du choix du SMD sur l'évolution en 2040 de l'accès aux transports en commun



Note : il s'agit de la fraction de la population qui vit à moins de 800 m d'une gare de métro, RER, ou train de banlieue. La simulation est effectuée à l'horizon 2040 en supposant que le VSD est mis en place en 2012.

Source : CIREL.

Un aspect important de la question est donc que la manière optimale de mettre en place un VSD dépend du critère d'efficacité choisi, et que des arbitrages entre différents objectifs seront à réaliser. Ce travail relève à priori d'une discussion politique et va au-delà de l'ambition de cet article. En revanche, le modèle et l'approche que nous avons choisis semblent pouvoir apporter une aide à la décision en quantifiant l'impact des différents choix d'implémentation du VSD.

5. Les recettes attendues du VSD

Que peut-on attendre du VSD en termes de rentrées fiscales ? Cette question est probablement l'une des plus compliquées à traiter puisqu'il y a de nombreuses incertitudes sur le rythme de la construction ou à l'inverse sur la capacité à rénover des bâtiments déjà existants, en y ajoutant au besoin des étages plutôt que de procéder à des destructions/reconstructions. Ces incertitudes n'ont pas d'impact sur le résultat final – en termes de densité de popula-

tion et d'urbanisation – mais elles sont importantes pour calculer les revenus de la taxe.

NEDUM-2D considère que tout nouveau m² construit correspond à un nouveau bâtiment et ne dispose donc pas pour le moment de la sophistication nécessaire pour prendre en compte les possibilités de densification à partir du bâti existant (par exemple, l'ajout d'un étage sur un bâtiment existant). Cette simplification semble néanmoins réaliste à l'heure actuelle (Buzy-Cazaux, 2012). Avec ces limites à l'esprit, voici un tableau donnant des ordres de grandeur des recettes moyennes annuelles attendues du VSD entre 2012 et 2040 dans notre simulation.

Tableau 2. Montant des recettes moyennes annuelles du VSD en fonction du SMD retenu entre 2012 et 2040

SMD	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Recettes annuelles moyennes du VSD (en milliards d'€)	0,07	0,45	0,81	1,07	1,29	1,46	1,56

Source : CIREL.

Ces chiffres sont à comparer à la taxe foncière sur les propriétés bâties et à la taxe d'habitation, qui ont rapporté respectivement 5,4 et 3,9 milliards d'euros à l'État français en 2010 pour l'Ile-de-France (DGFiP, 2010). En comparaison, les recettes calculées du VSD, bien qu'inférieures, sont loin d'être négligeables et elles augmentent avec le SMD choisi.

Il convient ici de rappeler les hypothèses derrière ces chiffres. Quantifier les recettes est rendu difficile par les incertitudes sur les rythmes de destructions/reconstructions et sur la capacité à organiser la densification à partir du tissu urbain existant. L'exercice mené ici concerne de plus l'application d'un dispositif VSD très particulier avec des SMD obligatoires et homogènes sur l'agglomération. Ces chiffres surestiment donc par conséquent les recettes qu'on peut attendre de l'introduction facultative du VSD. Ils fournissent ainsi essentiellement des ordres de grandeur sur l'impact maximal que le VSD pourrait avoir en termes de recettes fiscales.

6. Conclusions pratiques

Le VSD apparaît de prime abord comme un outil intéressant pour combattre l'étalement urbain et promouvoir un usage plus économe de l'espace. En renchérissant le coût de la construction dans les zones de basse densité, il incite à construire davantage dans les zones denses. Cette taxe se justifie par l'existence de fortes externalités liées à la faible densité : impact sur les paysages, les écosystèmes et la biodiversité, bruit et pollution locale liés à l'usage de la voiture, et émissions de gaz à effet de serre (CGDD, 2010).

Son impact agrégé étant une augmentation des constructions, le VSD agit en synergie avec les politiques du logement, et conduit à une baisse du coût du logement. On notera d'ailleurs la spécificité de cette taxe qui – de par son mode de calcul – augmente la construction en la taxant.

De plus, dans le cadre de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, il s'agit d'une mesure qui paraît plus acceptable socialement et politiquement que la taxe carbone, car elle ne pénalise pas les personnes résidant déjà en zone de basse densité, mais uniquement les nouveaux arrivants. Il n'y a donc pas de « prise en otage » sanctionnant un état de fait mais une incitation lors de la construction de nouveaux bâtiments.

L'efficacité de ce dispositif est cependant fortement impactée par le choix du seuil minimal de densité retenu par les communes. Les exercices présentés ici mettent à jour l'effet contre-productif de SMD trop faibles mais également, l'impact décroissant de SMD trop élevés. Une discussion doit être engagée sur le choix des critères à retenir pour déterminer le seuil minimal le plus efficace.

Enfin, nous avons supposé des SMD homogènes et obligatoires au travers de l'ensemble de l'agglomération alors que ces derniers peuvent être déclinés par zone d'aménagement. Sans une coordination forte au niveau de l'agglomération, l'introduction de SMD au niveau de chaque commune pourrait ainsi s'avérer totalement contre-productive dans la lutte contre l'étalement urbain. Comme souvent, l'analyse suggère que la gestion de l'urbanisation et de l'usage des sols ((Przyluski et Hallegatte, 2012) par exemple sur la gestion des risques d'inondations) est plus efficace si elle est conçue et mise en place à l'échelle de l'agglomération, le décou-

page en communes de petite taille pouvant provoquer de forts effets négatifs.

Références bibliographiques

- Alonso W., 1964, *Location and land use: toward a general theory of land rent*, Harvard University Press, <http://books.google.com/books?id=ofROAAAAMAAJ>.
- Bertaud A., 2002, « The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence? », *World Development Report 2003, background paper*, <http://siteresources.worldbank.org/DEC/Resources/spatialorgcity.pdf>.
- Buzy-Cazaux H., 2012, « Augmentation des droits à construire : une mesure d'optique - Blogs Immobilier », <http://blogs.lesechos.fr/immobilier/augmentation-des-droits-a-construire-une-mesure-optique-a8895.html>.
- Castel J. C., 2007, « Coûts immobiliers et arbitrages des opérateurs: un facteur explicatif de la ville diffuse », *Annales de la recherche urbaine* 102.
- CGDD, 2010, *Coûts et avantages des différentes formes urbaines. Synthèse de la littérature économique*, Études et Documents, Commissariat Général au Développement Durable.
- Davis M. A. et F. Ortalo-Magné, 2011, « Household expenditures, wages, rents », *Review of Economic Dynamics*, 14 (2) : 248-261, doi:10.1016/j.red.2009.12.003.
- DGFIP, 2010, « L'annuaire statistique des impôts 2010 », Direction Générale des Finances Publiques.
- Fujita M., 1989, *Urban economic theory: land use and city size*, Cambridge [Cambridgeshire], New York : Cambridge University Press.
- Kenworthy J. R. et F. B. Laube, 1999, « Patterns of automobile dependence in cities: an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33 (7), pp. 691-723.
- Legifrance, « Code de l'urbanisme | Legifrance », http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=47E98AB819397679_E1C0994_C009-CAA38.tpdjo07v_1?cidTexte=LEGITEXT000006074075&dateTexte=20121029.
- Mills E. S., 1967, « An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area », *The American Economic Review*, 57 (2) : 197-210.
- Muth R. F., 1969, *Cities and housing; the spatial pattern of urban residential land use*, Chicago : University of Chicago Press.

- Przyluski V. et S. Hallegatte (coord.), 2012, *Gestion des Risques naturels – Leçons de la Tempête Xynthia*, Quae Editions, 264 p.
- Rozenberg J., S. Hallegatte, A. Vogt-Schilb, O. Sassi, C. Guivarch, H. Waisman et J.-C. Hourcade, 2010, « Climate policies as a hedge against the uncertainty on future oil supply », *Climatic Change*, 101 (3) : 663-668, doi:10.1007/s10584-010-9868-8.
- Viguié V. et S. Hallegatte, 2012, « Trade-offs and synergies in urban climate policies », *Nature Climate Change*, 2 (5) : 334-337, doi:10.1038/nclimate1434.
- Viguié V., S. Hallegatte et J. Rozenberg, 2011, « Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: a case study on Paris », soumis, CIRED.
- Waisman H., C. Guivarch, F. Grazi et J. Hourcade, 2012, « The IMACLIM-R model: infrastructures, technical inertia and the costs of low carbon futures under imperfect foresight », *Climatic Change*, 114 (1) : 101-120, doi:10.1007/s10584-011-0387-z.