

Identification intelligente progressive des terrains urbains inefficaces dans une perspective de coordination « population-sol-activité »

Chen Xuyang, Yang Junyan, Shao Dian, Tan Mengyang

Résumé

À l'ère du développement urbain fondé sur la revalorisation des espaces déjà urbanisés, de vastes surfaces de terrains urbains inefficaces entraînent un gaspillage de ressources foncières rares. L'identification scientifique, la planification et la gouvernance des terrains inefficaces à fonctions mixtes sont ainsi devenues un enjeu majeur pour la recherche et la pratique urbanistiques. Cet article précise le contenu de cette identification dans une perspective de coordination « population-sol-activité » et propose une méthode intelligente progressive. Le premier cycle, fondé sur la combinaison hiérarchisée des caractéristiques, révèle les niveaux spatiaux et positionnels des terrains inefficaces. Le deuxième cycle, fondé sur la mise en grappes multidimensionnelle des caractéristiques, distingue quatre types d'agréats « population-sol-activité ». Le troisième cycle, fondé sur l'apprentissage profond de structures graphes, met au jour les contradictions dans l'allocation des ressources à l'intérieur des unités foncières. Les résultats montrent que cette méthode permet d'identifier finement les terrains inefficaces et d'en expliquer les mécanismes, tout en offrant une nouvelle voie pour une gouvernance fine et une réponse planificatrice adaptée.

Mots-clés

terrains urbains inefficaces ; coordination « population-sol-activité » ; identification intelligente progressive ; réponse planificatrice

Introduction

Avec l'entrée de la Chine dans une nouvelle phase d'urbanisation dominée par la planification des espaces déjà construits, l'identification et la réutilisation des terrains urbains inefficaces sont devenues une voie importante pour le renouvellement et la montée en qualité des villes, ainsi qu'un levier pour transformer le modèle de croissance économique urbaine. Pourtant, leur identification reste une difficulté pratique [1]. En 2023, le ministère des Ressources naturelles a publié un avis lançant des expérimentations de redéveloppement des terrains inefficaces dans 43 villes, ce qui a stimulé les recherches et les politiques locales dans les grandes villes chinoises. Identifier avec précision les terrains inefficaces complexes et diversifiés, puis élaborer des réponses planificatrices raisonnables, constitue donc une question centrale du planisme spatial urbain.

1 Repenser le contenu des terrains urbains inefficaces et les difficultés d'identification

1.1 Une difficulté de fond : le changement de contenu du concept

Le développement urbain chinois se déplace progressivement vers le renouvellement et l'amélioration qualitative des espaces centraux, denses et mixtes [2]. Le contenu de la notion de terrain urbain inefficace doit donc être élargi à un niveau stratégique. On passe d'une compréhension descendante, centrée sur le rapport entre intrants et extrants fonciers, à une perspective plus ascendante et plus attentive à l'efficacité pour les usagers. La qualité du développement foncier est ainsi jugée davantage par les bénéfices globaux produits pour les habitants et usagers urbains. Ce changement aide les villes à

convertir des actifs existants en nouveaux flux financiers et contribue à renforcer la vitalité urbaine et la durabilité [3].

Dès lors, l'objet de l'identification ne se limite plus aux terrains industriels périphériques ou aux villages urbains présentant un fort potentiel de rendement fiscal et économique. Il se déplace vers les nombreux terrains mixtes et denses des secteurs centraux dont les bénéfices globaux restent faibles. Leur complexité tient d'abord à leur forte dépendance à la localisation ; ensuite à la présence simultanée d'activités humaines, d'économie spatiale et de fonctions/activités urbaines fortement imbriquées [4] ; enfin à la composition interne de multiples petites unités foncières. Dans ce contexte, l'identification des terrains inefficaces appelle une méthode plus centrée sur l'humain, plus fine et plus intelligente.

1.2 Méthodes antérieures et caractéristiques

Dans la pratique, l'identification reposait souvent sur des traits superficiels tels que « ancien, désordonné, dégradé » [5-6]. Les méthodes courantes adoptent une logique de science des systèmes : elles construisent des systèmes d'indicateurs selon les fonctions foncières, privilégient des indicateurs économiques comme la production par unité de sol, collectent diverses données, procèdent à des calculs intégrés complexes, puis vérifient les résultats [7]. En parallèle, elles traitent souvent de façon uniforme des terrains situés dans des positions différentes, en négligeant les externalités de localisation sur l'efficacité d'usage [8]. Les données nécessaires sont lentes à mettre à jour et souvent incomplètes. L'identification par fonction peut en outre devenir localisée, orientée par des projets immobiliers et par des objectifs trop étroits [9].

Au fond, la compréhension actuelle demeure limitée et aucune extension conceptuelle unifiée n'est encore stabilisée. Les méthodes existantes restent une forme de calcul descendant, guidée par les recettes foncières, fiscales et les indicateurs d'évaluation locaux. Elles évaluent l'usage spatial tridimensionnel par des indicateurs économiques bidimensionnels, au lieu de prendre comme critère central les bénéfices globaux et humanisés de l'usage urbain du sol.

1.3 Difficultés techniques clés dans ce changement de contenu

Un changement de contenu impose un changement de méthode. Ces dernières années, de plus en plus d'études utilisent des données massives plus fines et dynamiques pour identifier les terrains inefficaces. Lin Haiyuan et Jin Jie [10] mobilisent par exemple les lumières nocturnes et la qualité de l'air pour caractériser les dimensions socio-économiques du sol. Liu Shengjun et al. [11] construisent un modèle fondé sur seize facteurs d'évaluation et quatre orientations de valeur. Jin et al. [12] proposent une méthode intégrant bâtiments, POI, transport et environnement pour repérer des terrains résidentiels, commerciaux et industriels inefficaces. Koroso et al. [13] examinent l'évolution spatio-temporelle de l'efficacité d'usage du sol à partir de télédétection haute résolution.

Ces travaux montrent une tendance à l'usage de données urbaines multi-sources et fines, compatible avec les exigences d'une gouvernance spatiale plus précise et dynamique. Toutefois, ils restent souvent limités à des terrains monofonctionnels et ne traitent pas correctement les fonctions mixtes. Leurs résultats dépendent aussi fortement des poids attribués aux indicateurs, ce qui en réduit la validité et l'applicabilité. Trois manques techniques doivent donc être surmontés.

Le premier est l'insuffisante prise en compte des différences de localisation. La qualité de développement des terrains situés dans des positions urbaines différentes ne doit pas être mesurée par une norme fixe. Deux terrains commerciaux aux indicateurs proches peuvent avoir des statuts distincts :

un terrain périphérique peut être efficace, tandis qu'un terrain central doit être jugé inefficace si ses bénéfices globaux sont inférieurs à ceux des terrains commerciaux voisins.

Le deuxième est la négligence du couplage interne entre les éléments. Les systèmes internes d'un terrain produisent des effets de synergie. Les méthodes usuelles intègrent les indicateurs puis appliquent un seuil uniforme, sans tenir compte des interactions entre systèmes internes ni entre unités foncières minimales. Or la cause de l'inefficacité tient souvent à un mauvais appariement des ressources internes, qui crée conflits et contradictions dans le fonctionnement du système.

Le troisième est la difficulté d'identifier l'inefficacité à l'échelle des unités foncières minimales. Les îlots mixtes des secteurs centraux sont généralement composés de plusieurs petites unités. Après l'identification préliminaire d'un terrain inefficace, il reste à déterminer quelles unités internes sont inefficaces et à expliquer les mécanismes qui les produisent.

2 Contenu et optimisation méthodologique de l'identification intelligente progressive

2.1 Contenu de l'identification dans une perspective « population-sol-activité »

Évaluer la qualité de développement des terrains mixtes denses des secteurs centraux suppose d'abord de considérer les externalités spatiales de localisation. L'efficacité relative d'un terrain dépend fortement de conditions objectives : accessibilité de transport, position dans la structure urbaine et niveau de prix foncier. L'évaluation doit donc partir d'une hiérarchie différenciée de localisation, puis examiner les bénéfices globaux du point de vue des usages humains à travers trois systèmes : activités de population, économie spatiale et fonctions/activités urbaines.

Le développement de haute qualité dans cette perspective ne signifie pas seulement que chaque sous-système atteint un niveau élevé. Il suppose aussi une allocation rationnelle des ressources entre les sous-systèmes et un couplage coordonné [14], de sorte que l'efficacité foncière atteigne l'optimum systémique, c'est-à-dire un développement coordonné de haute qualité entre population, sol et activité (fig. 1).

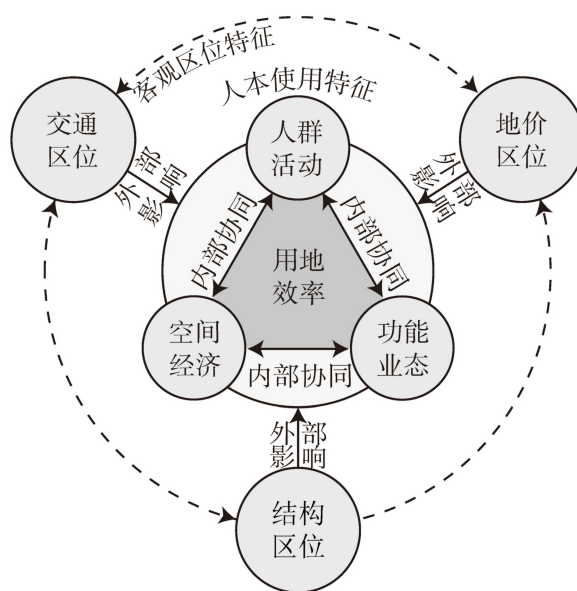


Fig. 1 Contenu de l'identification des terrains urbains inefficaces dans une perspective de coordination « population-sol-activité »

Dans cette perspective, un terrain inefficace est un terrain qui, à niveau de localisation équivalent, présente un mauvais appariement des ressources entre ses sous-systèmes internes, ce qui produit des conflits et une faible efficacité globale [15]. Par exemple, un terrain mixte à dominante résidentielle situé au centre-ville peut être entouré de flux piétons élevés, mais devenir une « zone d'ombre » si son intensité bâtie reste faible et si sa composition fonctionnelle est insuffisante [16]. Les conflits internes reflètent aussi des dispositions spatiales et fonctionnelles non rationnelles. Un terrain à dominante commerciale peut ainsi perdre en efficacité lorsqu'une parcelle scolaire interne interfère avec son fonctionnement. La mesurabilité de la localisation, des systèmes « population-sol-activité », la netteté des limites des unités foncières minimales et la précision des données massives fournissent la base objective d'une identification fine.

2.2 Identification intelligente progressive : optimisation du chemin méthodologique

À partir de ces bases théoriques et objectives, l'article propose une méthode d'identification intelligente progressive. Celle-ci comprend trois niveaux, au fil desquels la précision de l'identification et la profondeur de l'analyse augmentent (fig. 2).

Premièrement, un modèle de hiérarchie de localisation et un modèle de coordination couplée « population-sol-activité » sont construits pour mesurer le niveau de localisation, les caractéristiques des trois sous-systèmes et leur degré de coordination. Les terrains inefficaces sont ensuite repérés à l'échelle globale par segmentation de seuils et combinaisons de caractéristiques.

Deuxièmement, à partir des indicateurs calculés, des algorithmes intelligents regroupent et filtrent les sous-caractéristiques foncières. Les résultats sont intégrés à ceux du premier cycle pour construire un spectre numérique des terrains inefficaces. Les grappes extraites permettent de découvrir de nouvelles caractéristiques, d'affiner les seuils et d'améliorer l'identification tout en conservant son interprétabilité.

Troisièmement, les caractéristiques des unités foncières minimales internes sont extraites et converties en données de graphe. Un modèle de réseau neuronal graphique classe ensuite ces unités et identifie finement celles qui sont inefficaces. À cette échelle, les synergies fonctionnelles et spatiales entre unités deviennent centrales pour expliquer les mécanismes internes.

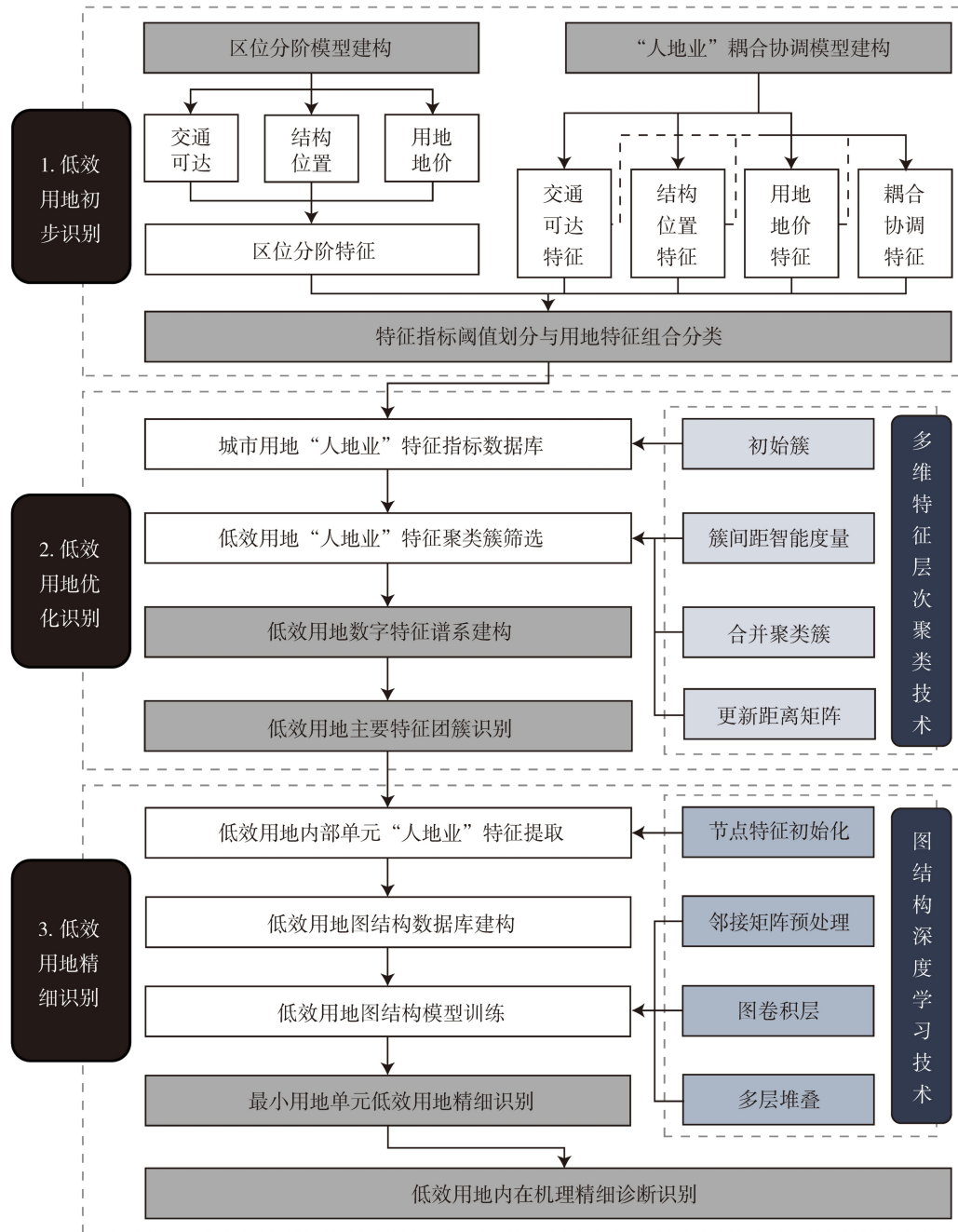


Fig. 2 Cadre méthodologique de l'identification intelligente hiérarchique des terrains urbains inefficaces dans une perspective de synergie « population-sol-activité »

Cette démarche est, au fond, une logique de configuration fine des ressources urbaines centrée sur l'humain. Elle décompose un problème complexe en niveaux successifs, facilite les rétroactions et corrections entre niveaux, et révèle des inadéquations de ressources ou des mécanismes d'inefficacité que l'observation humaine directe saisit difficilement.

3 Données et construction des modèles

3.1 Périmètre d'étude et données

L'étude porte sur la zone centrale de Nanjing, d'une superficie de 312,5 km². Elle comprend principalement les districts de Gulou, Qinhuai, Xuanwu et Jianye, ainsi que des parties de Yuhuatai, Qixia et Jiangning situées à l'intérieur de la rocade [17]. Nanjing, grande métropole provinciale du delta du Yangtsé, possède un centre déjà mature. Dans le contexte d'amélioration qualitative des espaces existants, de nombreux terrains inefficaces doivent néanmoins y être identifiés et renouvelés. Le choix de ce périmètre présente donc une nécessité pratique et une valeur de référence (fig. 3).

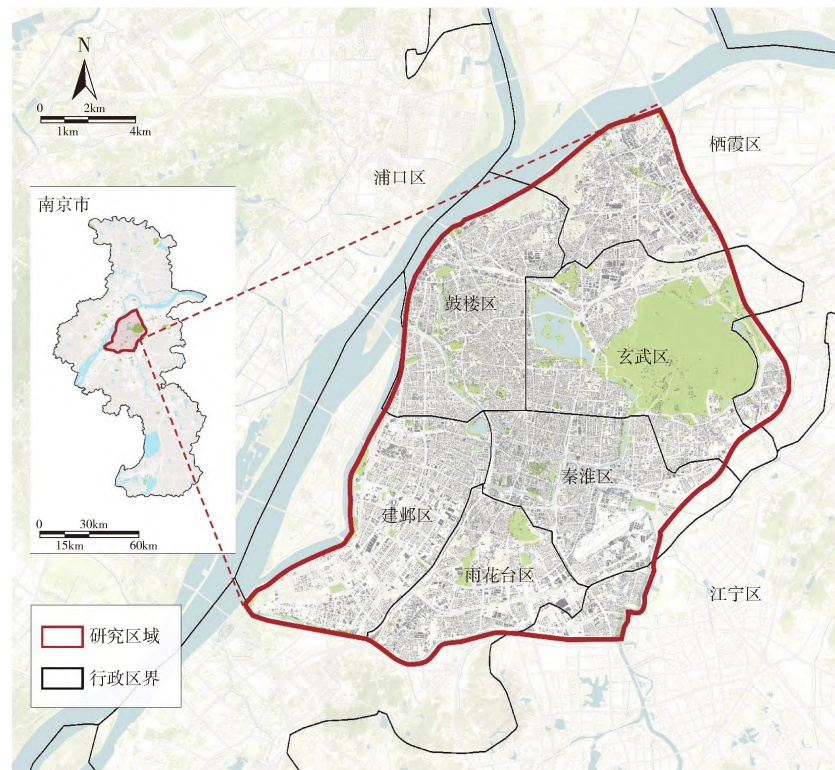


Fig. 3 Zone et périmètre de l'étude

Les données comprennent des données LBS d'une journée ouvrable de 2023 dans la zone centrale de Nanjing, des vecteurs de bâtiments, des POI, des données routières, des prix immobiliers et des données d'usage du sol. Les données LBS ont été acquises auprès d'opérateurs et contiennent des identifiants anonymisés d'utilisateurs mobiles ainsi que des informations spatio-temporelles. Les données de bâtiments, de routes et d'usage du sol proviennent d'OpenStreetMap ; les POI d'Amap ; les prix immobiliers du site Lianjia. Toutes les données datent de 2023.

3.2 Construction du modèle de hiérarchie de localisation

Les caractéristiques objectives de localisation dépendent principalement de l'accessibilité de transport, de la centralité structurelle et des prix fonciers dans le réseau urbain [18]. Ces trois indicateurs sont utilisés pour mesurer la localisation. L'accessibilité et la centralité sont calculées par des outils de syntaxe spatiale puis attribuées aux unités foncières par interpolation pondérée inverse à la distance. Les prix fonciers sont estimés par le prix immobilier moyen à l'intérieur de chaque unité (tabl. 1). Après normalisation, la caractéristique globale de localisation est calculée ainsi :

$$Li = (Ti + Ni + Pi) / 3$$

où `Ti` désigne l'accessibilité de transport, `Ni` la position structurelle, `Pi` le prix foncier et `Li` la caractéristique globale de localisation. Les trois indicateurs étant considérés d'importance égale, chacun reçoit un coefficient de 1/3. La méthode des ruptures naturelles divise ensuite `L` en quatre niveaux : zone centrale, zone sous-centrale, zone générale et zone périphérique.

特征指标	计算公式	说明
交通可达特征 T	$\sum_{y \in R_x} \frac{p(y)}{d(x,y)}$	$p(y)$ 为搜索半径 R 内节点 y 的权重, $d(x,y)$ 为节点 y 到 x 的最短拓扑
结构位置特征 N	$\sum_{y \in N_z} \sum_{x \in R_y} \frac{OD(y,z,x) \cdot p(z)}{Links(x)}$	$OD(y,z,x)$ 为搜索半径 R 内通过节点 y 与节点 z 之间的最短拓扑距离
用地地价特征 P	$\sum \frac{Sum p_i}{n}$	p_i 为房价兴趣点的价格, n 为用地内房价兴趣点的数量

Tabl. 1 Indicateurs des caractéristiques de localisation des terrains urbains

3.3 Construction du modèle de coordination couplée « population-sol-activité »

À partir d'une perspective d'usage centrée sur les personnes, l'article construit un système d'indicateurs comprenant trois dimensions : activité de population, économie spatiale et fonctions/activités [19]. Elles sont mesurées par des données multi-sources (tabl. 2). L'activité de population est décrite par la densité des flux de personnes le matin, l'après-midi et le soir d'une journée ouvrable. L'économie spatiale est représentée par les caractéristiques du bâti : coefficient d'occupation, densité bâtie et hauteur moyenne. Les fonctions/activités comprennent les fonctions productives, commerciales et de service public, afin de corriger la focalisation traditionnelle sur la seule production économique.

Comme les éléments urbains sont fortement liés dans l'espace, l'unité d'analyse retenue est l'îlot urbain entouré de routes. L'identification progressive construit d'abord un spectre numérique à cette échelle, puis identifie plus finement les unités minimales internes.

Après normalisation et pondération entropique, les trois systèmes sont intégrés et le degré de couplage est calculé :

$$Ci = 3 * (Vi * Si * Fi)^{(1/3)} / (Vi + Si + Fi)$$

Selon la littérature, `C` est divisé en quatre intervalles : `[0, 0.3]` pour un couplage faible, `[0.3, 0.5]` pour une phase d'antagonisme, `[0.5, 0.8]` pour une phase d'ajustement, et `[0.8, 1]` pour un couplage élevé [20].

Le degré de couplage exprime surtout la dépendance entre systèmes. La coordination couplée ajoute une évaluation de la qualité de leur synergie ; l'amélioration de l'efficacité foncière dépend donc davantage de cette coordination [21]. Elle est calculée ainsi :

$$Di = (Ci * Ti)^{(1/2)}$$

où `Ti` = $\alpha Vi + \beta Si + \gamma Fi$. Les trois sous-systèmes étant jugés également importants, `alpha`, `beta` et `gamma` valent 1/3. `Di` est divisé en cinq intervalles : `[0, 0.4]` pour une forte désorganisation, `[0.4, 0.5]` pour une désorganisation modérée, `[0.5, 0.6]` pour une coordination de base, `[0.6, 0.7]` pour une coordination modérée et `[0.7, 1]` pour une coordination élevée [22]. Cette mesure quantifie les synergies et conflits entre systèmes et aide à expliquer les mécanismes de formation de l'inefficacité.

特征维度	特征指标	计算公式	说明
人群活动系统 V	上午人群活力 V_1	Sum_{T_1}/A	T_{1i}, T_{2i}, T_{3i} 分别为工作日 6—12 时、12—18 时、18—24 时用地单元内的手机信令点， A 为用地单元的面积
	下午人群活力 V_2	Sum_{T_2}/A	
	夜晚人群活力 V_3	Sum_{T_3}/A	
空间经济系统 S	容积率 S_1	$\frac{\sum_{i=1}^n A_i}{A}$	A_i 为用地单元内建筑单体的建筑面积， S_i 为用地单元内建筑单体的占地面积， H_i 为用地单元内建筑单体的高度， A 为用地单元的面积， n 为用地单元内建筑单体的数量
	建筑密度 S_2	$\frac{\sum_{i=1}^n S_i}{A}$	
	建筑平均高度 S_3	$\frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$	
功能业态系统 F	生产功能密度 F_1	Sum_{S_i}/A	S_i 为用地单元内的生产功能兴趣点， O_i 为用地单元内的商业功能兴趣点， P_i 为用地单元内的公服功能兴趣点， A 为用地单元的面积
	商业功能密度 F_2	Sum_{O_i}/A	
	公服功能密度 F_3	Sum_{P_i}/A	

Tabl. 2 *Système d'indicateurs « population-sol-activité » des terrains urbains*

3.4 Construction du spectre numérique « population-sol-activité »

La fonction première du spectre numérique est de reconstruire les caractéristiques multidimensionnelles des terrains centraux sous forme de classification numérique systématique. L'algorithme de classification hiérarchique de Scikit-learn en Python [23] est appliqué aux sous-caractéristiques minimales des îlots selon les couches de localisation, de performance humanisée et de coordination couplée. Chaque îlot est une unité ; les regroupements sont fusionnés de bas en haut pour construire un arbre de clusters [24], produisant un spectre numérique des types de caractéristiques (fig. 4).

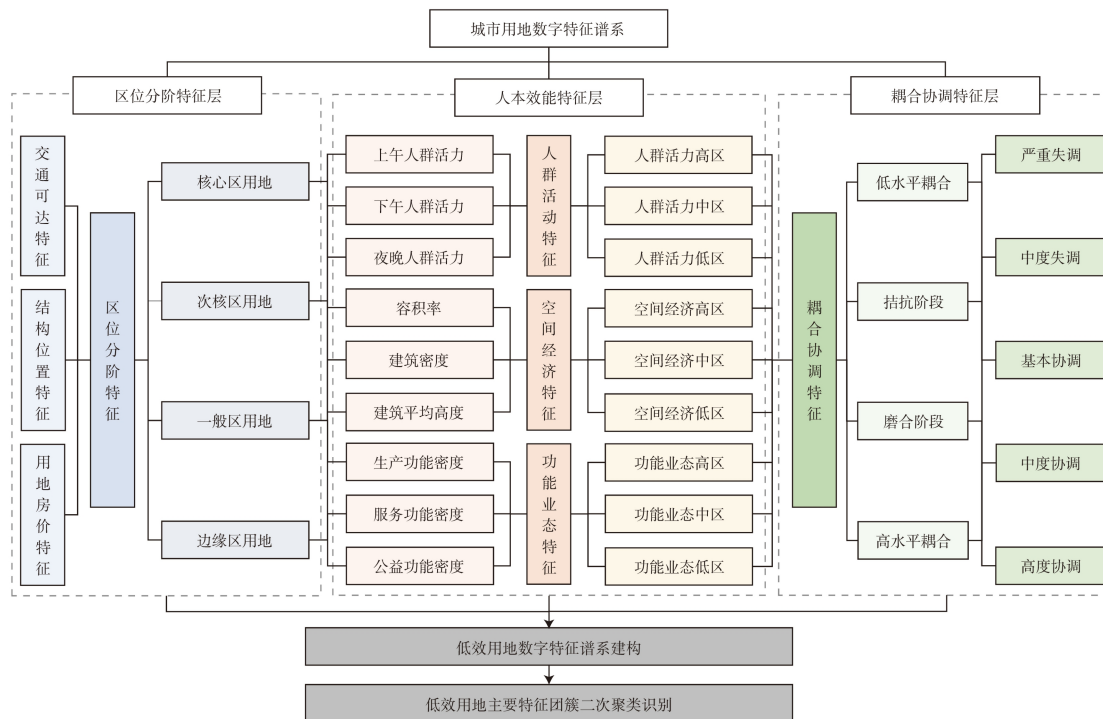


Fig. 4 *Construction du spectre numérique des terrains inefficaces dans une perspective de synergie « population-sol-activité »*

Ce spectre permet de sélectionner les clusters correspondant aux terrains inefficaces et de les intégrer aux résultats préliminaires, réalisant ainsi le deuxième cycle d'identification optimisée. L'identification est en effet un problème de classification fine. La classification hiérarchique et la construction du spectre permettent de reconsidérer les terrains inefficaces à la fois globalement et localement, et de révéler des associations latentes entre leurs caractéristiques.

3.5 Construction du modèle d'identification fine des unités foncières

L'unité minimale d'identification est l'unité foncière indépendante au sein d'un terrain mixte. Dans les secteurs centraux, l'inefficacité provient souvent de conflits entre unités internes : inadéquation des éléments « population-sol-activité » et structure spatiale irrationnelle. Les réseaux neuronaux graphiques peuvent extraire des caractéristiques avancées de données irrégulières composées de nœuds et d'arêtes, puis classer automatiquement les nœuds. Leur potentiel est établi dans diverses tâches de classification [25-26], ce qui justifie leur transfert à l'identification des unités foncières inefficaces.

À partir des résultats du deuxième cycle, les caractéristiques des unités minimales sont extraites. Les caractéristiques propres deviennent des attributs de nœuds, tandis que les liens spatiaux entre unités deviennent des arêtes, formant une base de données graphique. Le modèle GraphSAGE, adapté à l'apprentissage de classification, est retenu [27]. Ses performances sont évaluées par Accuracy et F1-score :

$$Accuracy = TP / (TP + FP)$$

$$F1 = 2TP / (2TP + FP + FN)$$

‘TP’ désigne les parcelles inefficaces correctement prédites, ‘FP’ les échantillons négatifs prédits à tort comme inefficaces, et ‘FN’ les parcelles inefficaces omises. Les résultats du modèle permettent aussi d'identifier des combinaisons d'unités relativement inefficaces et d'approfondir l'analyse des mécanismes internes (fig. 5).

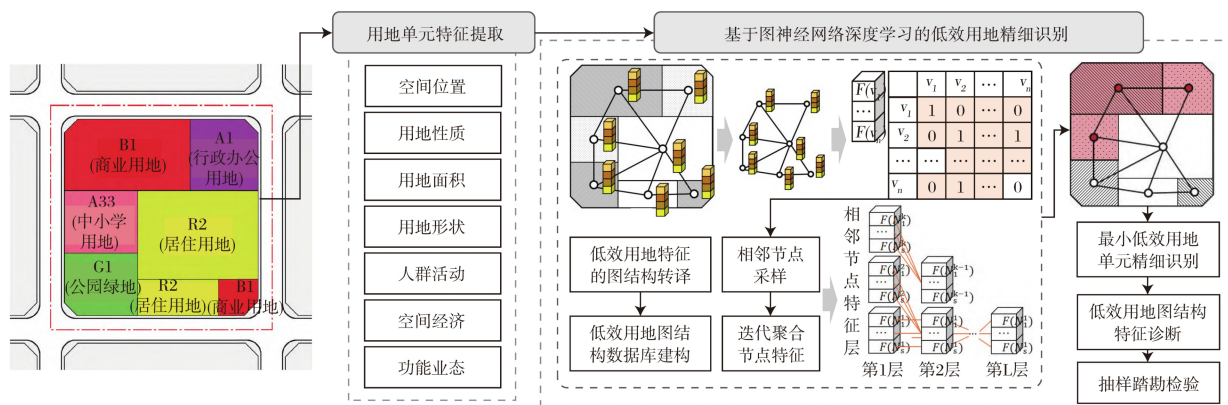


Fig. 5 Modèle d'identification fine de l'unité minimale des terrains inefficaces

4 Exploration de l'identification progressive et analyse des mécanismes

4.1 Premier cycle : identification préliminaire par combinaisons hiérarchiques de caractéristiques

Le premier cycle repose sur les indicateurs du modèle de localisation et du modèle de coordination couplée. Les terrains inefficaces sont repérés par combinaisons de caractéristiques après stratification des indicateurs. Les caractéristiques de localisation des terrains centraux de Nanjing sont d'abord

mesurées. Les niveaux de développement étant très différents selon les lieux, les seuils distinguent zone centrale, zone sous-centrale, zone générale et zone périphérique [fig. 6(a)].

L'efficacité d'usage de terrains situés à des niveaux différents n'étant pas directement comparable, l'identification doit comparer horizontalement les caractéristiques « population-sol-activité » au sein d'un même niveau. Les trois dimensions sont divisées en valeurs hautes, moyennes et basses, puis la coordination couplée est mesurée. Les terrains en coordination de base, modérée ou élevée sont classés comme fortement coordonnés. Par combinaisons hiérarchiques, 267 terrains inefficaces de 16 types sont identifiés [fig. 6(a), 6(b)]. Nanjing n'ayant pas encore publié de document officiel de délimitation des terrains inefficaces, ces résultats peuvent servir de référence. Leur forte superposition avec les unités définies dans le *Plan d'action de renouvellement urbain de Nanjing (2024-2026)* confirme en partie leur validité.

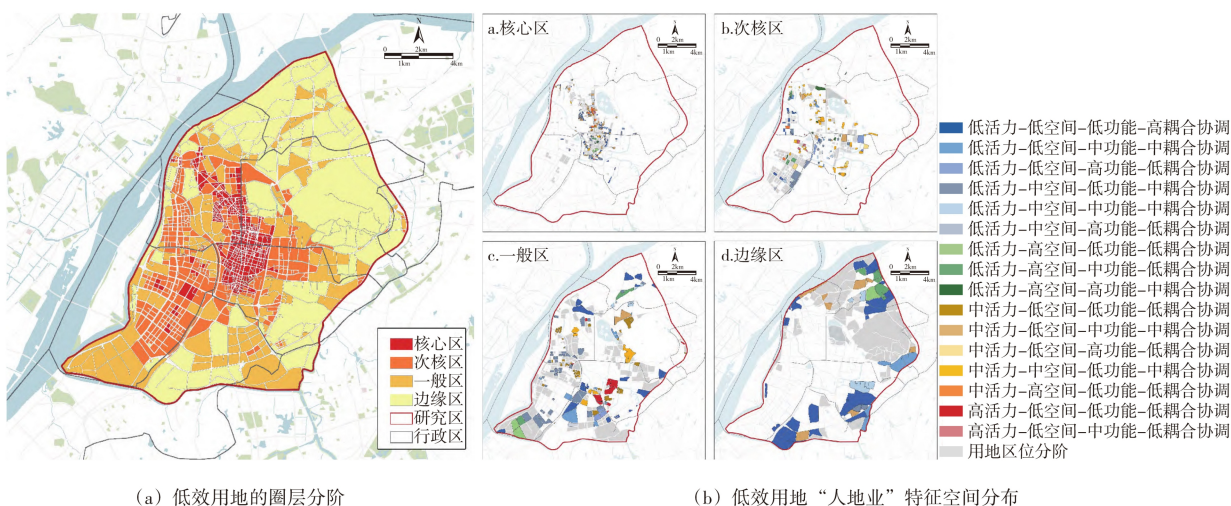


Fig. 6 Identification préliminaire des terrains inefficaces au premier cycle par combinaison hiérarchique des caractéristiques

4.2 Deuxième cycle : identification optimisée par classification multidimensionnelle

Le deuxième cycle réalise une classification hiérarchique des sous-caractéristiques minimales des îlots et utilise ces résultats pour compléter et corriger la classification par seuils du premier cycle. La classification intelligente compense le manque de structure hiérarchique et de liens internes entre types de terrains inefficaces. La hauteur des distances dans l'arbre permet aussi d'affiner les seuils.

Les données sont d'abord prétraitées par extension du degré d'hésitation. Chaque donnée de caractéristique est considérée comme une classe de base ; les distances pondérées entre classes sont calculées ; les classes les plus proches sont fusionnées ; un nouveau centre est défini ; puis le processus se poursuit jusqu'au résultat final.

Combinés aux résultats du premier cycle, des plans de coupe horizontaux dans l'arbre permettent d'extraire les clusters correspondant aux terrains inefficaces. Ils forment un arbre spectral où la taille de chaque nœud représente le nombre de terrains et où chaque nœud porte l'intervalle de valeurs de la couche de caractéristiques. Les clusters typiques sont ensuite regroupés selon les problèmes principaux « population-sol-activité », ce qui construit le spectre numérique complet des terrains inefficaces (fig. 7).

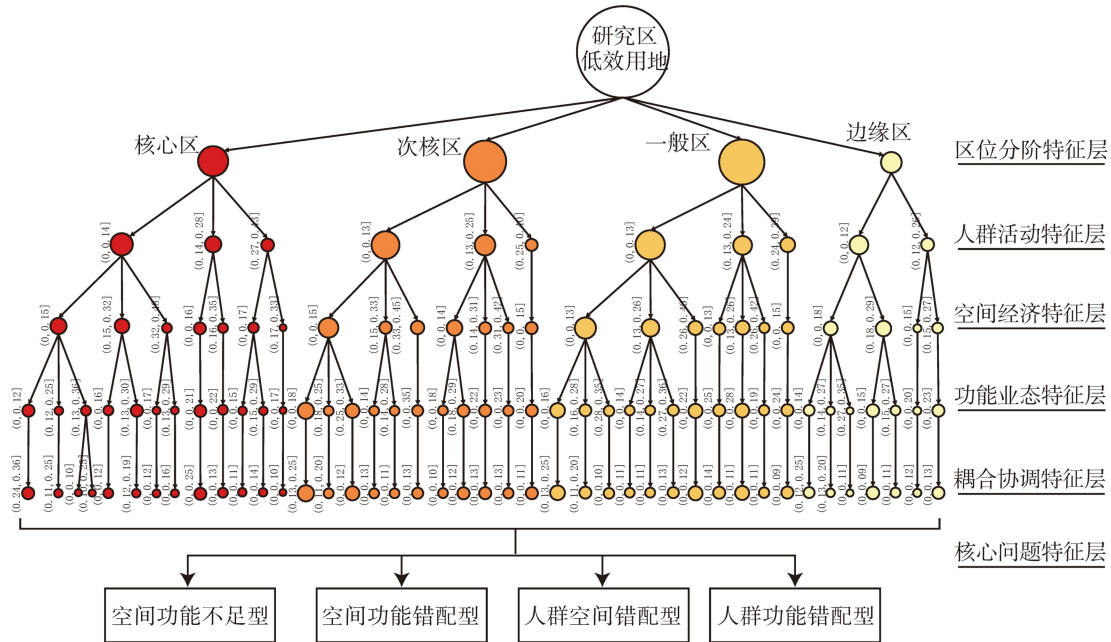
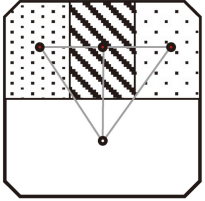
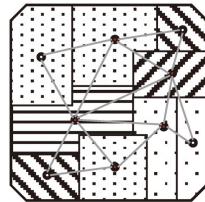
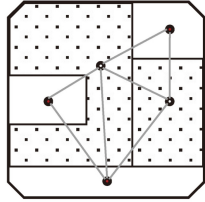


Fig. 7 Identification optimisée du deuxième cycle dans le spectre numérique des caractéristiques

4.3 Troisième cycle : identification fine par apprentissage profond de graphes

Le mécanisme interne de l'inefficacité réside dans le mauvais appariement structurel des éléments « population-sol-activité » entre unités minimales. Le troisième cycle cible donc les terrains inefficaces à composition interne mixte. Les caractéristiques des unités minimales sont d'abord extraites et traduites en données ponctuelles ; les relations spatiales entre unités voisines sont ensuite transformées en lignes entre nœuds, afin de construire une base graphique des caractéristiques internes des terrains inefficaces du centre de Nanjing.

Trente pour cent des données graphiques sont tirées au hasard. Les parcelles relativement inefficaces sont étiquetées à partir d'enquêtes de terrain et du diagnostic de planificateurs professionnels. Après entraînement, GraphSAGE atteint une précision de 86,7 % et un F1-score de 85,2 %. Le modèle classe ensuite les nœuds inefficaces dans l'ensemble de la base ; les résultats sont synthétisés en quatre mécanismes typiques (tabl. 3).

内在机理	空间封闭型			功能抵触型		
案例用地						
图结构机理	低效用地单元通常为图结构中心的居住用地单元,外围用地单元导致其内部封闭			低效用地单元通常为相连的若干不同功能类型的用地单元,耦合协调度低导致整体低效		
机理模式						
内在机理	畸零分割型			闲置短板型		
案例用地						
图结构机理	图结构中大部分节点均为低效用地单元,内部用地单元过多且边界不规则导致整体效率不高			低效用地单元通常为图结构边缘不相邻的节点,用地闲置导致整体利用效率不高		
机理模式						

Tabl. 3 Identification détaillée de la structure graphique de quatre types de terrains inefficaces

Ces quatre mécanismes sont : le type d'enclavement spatial, où l'unité inefficace est souvent une unité résidentielle au centre du graphe et où les unités périphériques créent une fermeture interne ; le type de conflit fonctionnel, où plusieurs unités adjacentes de fonctions différentes présentent une faible coordination et diminuent l'efficacité globale ; le type de fragmentation irrégulière, où la plupart des nœuds sont inefficaces et où la multiplication d'unités aux limites irrégulières réduit l'efficacité ; enfin le type de maillon faible par vacance, où les unités inefficaces sont des nœuds périphériques non adjacents dont l'inactivité abaisse l'efficacité globale.

Les trois cycles portent la précision jusqu'à la structure interne des unités minimales. Ils révèlent aussi les mécanismes de mauvais appariement structurel dans les nombreux terrains mixtes inefficaces du centre de Nanjing : inadéquation des éléments internes et inadéquation de la structure spatiale entre unités.

4.4 Caractéristiques et mécanismes révélés par l'identification progressive

Les résultats permettent de dégager trois caractéristiques principales des terrains inefficaces du centre de Nanjing, aux niveaux de la distribution spatiale, de la structure des caractéristiques et de la structure interne typique.

Premièrement, la distribution spatiale présente des différences en anneaux. Dans le noyau central, les terrains inefficaces se situent surtout dans des « zones d'ombre ». Dans la zone sous-centrale, ils sont dispersés dans le tissu urbain. Dans la zone générale, ils forment des grappes autour de certains nœuds. En périphérie, ils se concentrent en ensembles continus dans les secteurs de développement plus tardif, créant une structure en blocs. Cela tient aux écarts de développement socio-économique entre niveaux de localisation.

Deuxièmement, le spectre numérique forme des grappes arborescentes. Il montre une différenciation en arbre et quatre grands agrégats de caractéristiques. Ces agrégats révèlent une faible coordination entre les sous-systèmes internes. Or cette inefficacité est difficile à corriger par la seule dynamique interne des parcelles, ce qui maintient les terrains dans un état relativement statique.

Troisièmement, la structure interne manifeste un blocage par mauvais appariement. L'inadéquation de la composition et de l'organisation spatiale des unités minimales bloque la circulation des ressources dans le réseau foncier. Les quatre types du tableau 3 en sont les formes typiques. Ce phénomène découle du décalage inévitable de la planification : les plans élaborés antérieurement entrent en tension avec les demandes actuelles d'usage, produisant des structures internes peu rationnelles.

5 Réponses planificatrices et conclusion

5.1 Réponses planificatrices

L'identification et la réutilisation des terrains inefficaces sont essentielles au développement urbain durable. Mais leur redéveloppement implique de multiples compétences administratives et l'équilibre d'intérêts divergents ; il ne peut donc être séparé du rôle central de la planification urbaine dans la coordination des ressources publiques. L'article discute trois réponses : orientation globale, optimisation spatiale et conception institutionnelle.

Premièrement, il faut guider la réutilisation par zones, niveaux et types. Selon les niveaux de localisation, des orientations différenciées doivent être formulées pour les terrains du noyau, du sous-noyau, des zones générales et des franges [28]. Une base de données fondée sur le spectre numérique doit évaluer et hiérarchiser le potentiel d'amélioration, tout en orientant les modes d'intervention selon les types de caractéristiques [29].

Deuxièmement, un ajustement structurel fin est nécessaire à l'échelle micro. Les résultats du troisième cycle peuvent guider directement la restructuration des unités minimales dans les îlots inefficaces : ajustement fonctionnel, modification de limites, division ou fusion d'unités [30]. Le design urbain doit aussi jouer un rôle clé dans la revitalisation spatiale et l'amélioration qualitative [31].

Troisièmement, il convient d'établir un mécanisme diversifié et flexible de renouvellement. La mise en œuvre doit résoudre les questions financières du renouvellement [32]. L'innovation des mécanismes de financement et la diversification des canaux d'investissement peuvent créer de nouveaux flux financiers et une plus-value foncière. Guiyang, par exemple, explore une démarche de « trois transformations urbaines », associant capitaux sociaux et citoyens afin que investisseurs, habitants et gouvernement deviennent ensemble rénovateurs, opérateurs et gestionnaires des terrains inefficaces.

5.2 Synthèse et réflexion

L'article propose une méthode d'identification intelligente progressive dans une perspective « population-sol-activité » afin d'identifier les terrains urbains inefficaces de manière multiscalaire, intelligente et fine. Les trois cycles approfondissent la compréhension du système global jusqu'aux mécanismes micro, et fournissent un appui décisionnel à la réponse planificatrice et à la gouvernance fine.

Cependant, le développement urbain inégal et les jeux d'intérêts produiront inévitablement certaines inefficacités relatives. Avec l'élévation du niveau urbain, les exigences envers les bénéfices globaux des terrains centraux augmenteront, et les modes d'usage devront sans cesse se transformer. L'identification doit donc être ajustée dynamiquement. L'intégration scientifique et efficace de données grandes et petites, socio-économiques et multidimensionnelles, dans les zones denses demeure aussi un défi. Des méthodes de gouvernance plus pratiques restent à développer. La méthode proposée vise ainsi non seulement à identifier les terrains inefficaces des espaces centraux mixtes et denses, mais aussi à fournir une référence pour l'innovation méthodologique future et pour le développement de haute qualité des terrains urbains.

Références

- [1] Lin Jian, Ye Zijun, Yang Hong. Réflexions sur le redéveloppement des terrains urbains et bourgs à faible efficacité à l'ère de la planification du stock[J]. Sciences foncières de Chine, 2019, 33(9): 1-8.
- [2] Zhao Yanjing. Urbanisation 2.0 et transformation de la planification : explication par un modèle en deux étapes[J]. Urbanisme, 2017, 41(3): 84-93.
- [3] Wang Shifu, Yi Zhikang, Zhang Xiaoyang. Réflexions et perspectives sur la transformation du renouvellement urbain en Chine[J]. Revue d'urbanisme, 2023(1): 20-25.
- [4] Zhao Guangying, Song Jusheng. Amélioration des méthodes de mesure de la mixité fonctionnelle des terrains urbains[J]. Revue d'urbanisme, 2022(1): 51-58.
- [5] Zhen Yanlin, Qu Sicheng, Chen Yujie. Voies et mécanismes de renouvellement des terrains industriels inefficaces dans un contexte d'usage économe et intensif du sol : le cas du secteur nord de Jiaying[J]. Recherches sur le développement urbain, 2023, 30(11): 9-15.
- [6] Li Kailun, Wang Xingping. Identification des caractéristiques des terrains vacants dans les parcs industriels de Nanjing et stratégies de gouvernance[J]. Revue d'urbanisme, 2024(4): 76-83.
- [7] Yang Shaomin, Li Zihua. Discussion sur les types de terrains urbains et bourgs à faible efficacité et leurs critères d'identification[J]. Économie chinoise des terres et ressources, 2021, 34(2): 42-48.
- [8] Wang Dan, Fang Bin, Chen Zhengfu. Mesure des bénéfices économiques du foncier urbain monocentrique et diagnostic des terrains inefficaces à partir de la théorie des externalités : le cas de Yangzhou[J]. Sciences foncières de Chine, 2018, 32(6): 61-67.
- [9] Tang Shiqing, Zhou Zhenju, Lei Fengchun. Enquête et réflexions sur le redéveloppement des terrains urbains et bourgs à faible efficacité[J]. Terre de Chine, 2018(8): 38-40.
- [10] Lin Haiyuan, Jin Jie. Structure spatiale des terrains urbains à faible efficacité et facteurs d'influence : le cas du centre de Kunming[J/OL]. Informatisation des ressources naturelles. (2024-11-08) [2025-08-08]. <https://link.cnki.net/urlid/11.xxxx.2024.11.001>.
- [11] Liu Shengjun, Zhao Jiaying, Mai Tingfeng, et al. Identification des terrains urbains inefficaces et renouvellement coordonné : le cas du district de Shenhe à Shenyang[J]. Huazhong Architecture, 2022, 40(4): 117-121.

- [12] Jin R, Huang C, Wang P, et al. Identification des terrains urbains inefficaces pour la régénération urbaine en tenant compte de la différenciation des usages du sol[J]. Land, 2023, 12(10): 1957.
- [13] Koroso N H, Zevenbergen J A, Lengoiboni M. Efficacité de l'usage du sol urbain en Éthiopie : évaluation de la durabilité de l'usage du sol à Addis-Abeba[J]. Land Use Policy, 2020, 99: 105081.
- [14] Fan Pengfei, Feng Shuyi, Su Min, et al. Différenciation de l'efficacité d'usage du sol et facteurs moteurs dans des villes aux fonctions différentes, à partir des sorties indésirables[J]. Sciences des ressources, 2018, 40(5): 946-957.
- [15] Jiang Xiaohui. Triple logique du rétrécissement urbain induit par le désajustement spatial : déplacement institutionnel, paradoxe spatial des politiques et déséquilibre de l'espace des comportements[J]. Géographie humaine, 2021, 36(6): 87-95.
- [16] Yang Junyan, Ma Ben. Caractéristiques morphologiques et mécanismes des zones d'ombre urbaines : étude empirique de Shanghai à partir de données multi-sources « population-sol-activité »[J]. Urbanisme, 2019, 43(9): 95-106.
- [17] Qin Xiao, Zhang Yiming, Zhen Feng, et al. Évaluation du sentiment de sécurité urbaine et stratégies d'optimisation à partir de données multi-sources : le cas du centre de Nanjing[J]. Études géographiques mondiales, 2024, 33(9): 118-132.
- [18] Ouyang Xiao, Zhu Xiang, He Qingyun. Étude de l'expansion des terrains urbains dans l'agglomération Changsha-Zhuzhou-Xiangtan à partir des conditions de localisation spatiale[J]. Géographie économique, 2020, 40(5): 183-190.
- [19] Huang Dengkai, Liu Ye, Zhou Peiling. Méta-analyse de la relation entre environnement bâti et activité physique mobile appuyée par l'information géographique volontaire[J]. Architecture du paysage, 2024, 31(4): 12-20.
- [20] Liu J, Jin X, Xu W, et al. Nouveau cadre d'efficacité de l'usage du sol pour coordonner alimentation, économie et écologie dans le développement régional[J]. Science of the Total Environment, 2020, 710: 135670.
- [21] Feng Donghai, Shen Qingji. Réflexions sur l'optimisation de l'environnement écologique de Shanghai à partir d'une analyse de corrélation et de couplage[J]. Revue d'urbanisme, 2015(6): 75-83.
- [22] Zhou H, Wu X, Nie H, et al. Analyse de la coordination couplée et identification des facteurs d'obstacle des fonctions rurales de vie, production et écologie dans un écotone agro-pastoral[J]. Ecological Indicators, 2024, 158: 111398.
- [23] Yu W. Méthode de classification hiérarchique de points spatiaux sur réseaux viaires fondée sur la morphologie mathématique[J]. Applied Soft Computing, 2019, 85: 105785.
- [24] Zhang Q, Wu Z, Guo G, et al. Mise en évidence de la variation spatiale des inondations urbaines et de ses facteurs moteurs : modèle de classification par étapes et analyse de partition hiérarchique[J]. Science of the Total Environment, 2021, 763: 143041.
- [25] Zhang X, Liu X, Chen K, et al. Inférence de la fonction des bâtiments : un nouveau réseau neuronal géo-informé pour la classification fonctionnelle au niveau du bâtiment[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 89: 104349.
- [26] Yang M, Kong B, Dang R, et al. Classification des régions fonctionnelles urbaines par intégration des bâtiments et des POI au moyen d'une méthode d'ensemble empilé[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2022, 108: 102753.

- [27] Velickovic P, Cucurull G, Casanova A, et al. Réseaux d'attention graphiques[C/OL] // 6th International Conference on Learning Representations (ICLR). Vancouver, Canada: ICLR, 2018. [2025-08-08]. <https://openreview.net/forum?id=rJXMpikCZ>.
- [28] Guan Weihua, Ye Bin, He Liu. Évolution de l'urbanisme et de l'aménagement rural de Nanjing depuis quarante ans de réforme et d'ouverture : vers l'innovation intégrée de la planification territoriale-spatiale à la nouvelle époque[J]. Revue d'urbanisme, 2019(5): 32-41.
- [29] Zhao Miaoxi, Lin Siyi, Cen Xiaoxuan. Vacance spatiale urbaine induite par le remplacement des entreprises et modèle d'intervention planificatrice[J]. Revue d'urbanisme, 2023(3): 75-84.
- [30] Yi Xiaoxiang, Wang Shuyu, Zhang Haoping, et al. Défis et issues pour les terrains de construction urbaine dans un contexte de contraction démographique : le cas des trois provinces du Nord-Est chinois[J]. Revue d'urbanisme, 2023(6): 68-78.
- [31] Xia Qing, Ye Fangfang, Wang Ning. Pratique de design urbain global dans les secteurs déjà urbanisés du point de vue de la planification territoriale-spatiale : le cas du district de Longhua à Shenzhen[J]. Revue d'urbanisme, 2022(suppl. 1): 127-135.
- [32] Zhao Yanjing. Questions financières dans le renouvellement urbain[J]. Urbanisme international, 2023, 38(1): 19-27.

Traduction assistée par ai