

Caractéristiques de vitalité et mécanismes d'influence des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité : étude de cas du district de Wanzhou, Chongqing

ZHANG Zhonghu, YANG Junyan, SHI Yi, ZHANG Biao

Résumé: Les villes de montagne à haute densité, caractérisées par des dispositions spatiales compactes, représentent un type urbain typique en Chine. En tant que centres de la vie publique urbaine, les espaces récréatifs dans ces villes doivent être planifiés et gérés efficacement en conformité avec les modèles d'activité et les préférences des résidents urbains. Bien que de nombreuses études aient examiné la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de plaine ainsi que leur planification et optimisation, les caractéristiques de terrain complexes et uniques et la limitation des terres constructibles dans les villes de montagne créent des modèles de vitalité distincts de ceux des villes de plaine. Même des espaces dispersés tels que les coins de rue peuvent soutenir des activités récréatives importantes, influencés par des facteurs tels que des espaces récréatifs inadéquats et inégalement répartis ainsi qu'une couverture de service réduite. Ces caractéristiques soulignent la nécessité de poursuivre des recherches adaptées aux environnements de montagne à haute densité. En prenant le district de Wanzhou à Chongqing comme étude de cas, cet article constate que la distance d'accès typique aux espaces récréatifs dans les villes de montagne se situe généralement dans un rayon de 1,5 kilomètre. En comparant quatre espaces récréatifs représentatifs dans les villes de montagne à haute densité — les espaces verts de parcs, les places, les rues et les espaces verts communautaires — l'article révèle que les rues et les espaces verts communautaires accueillent une proportion substantielle d'activités récréatives. Enfin, en analysant les facteurs de l'environnement bâti façonnant la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité et en utilisant un modèle de régression pondérée géographiquement, cet article explique les différences dans les mécanismes d'influence de la vitalité parmi les quatre types d'espaces récréatifs.

Mots-clés: Vitalité des espaces récréatifs ; identification des activités récréatives ; villes de montagne ; modèle de régression pondérée géographiquement

1. Fondements de recherche sur la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité

1.1 Connotations et caractérisation de la vitalité des espaces récréatifs

La vitalité est la représentation globale des activités économiques, sociales et culturelles dans l'espace[17-18]. Dans un sens restreint, elle peut être comprise comme l'interaction et l'échange interpersonnels, les activités de vie urbaine, et la richesse et la diversité de la vie urbaine et de ses lieux porteurs constituent des conditions nécessaires au maintien de la vitalité traditionnelle locale[19]. Jacobs[20] considérait que la vitalité urbaine s'obtient par l'entrelacement des personnes et de leurs lieux de vie ; les activités humaines sont considérées comme les éléments fondamentaux de la vitalité, et la compréhension de la vitalité des espaces récréatifs basée sur les activités humaines permet de saisir efficacement la vitalité des espaces récréatifs.

La vitalité des espaces récréatifs désigne l'intensité des activités récréatives telles que

l'interaction sociale, le repos et l'appréciation menées dans l'étendue des espaces récréatifs. Gehl[21] considérait son essence comme des activités sélectives et sociales plutôt que des activités nécessaires comme les déplacements professionnels.

Les méthodes de mesure de la vitalité évoluent des enquêtes sur questionnaire à petite échelle et des recherches sur site[22-23] vers des technologies de données émergentes avec des données massives spatio-temporelles[24-25] et des données d'éclairage[26][27]. Les technologies de données émergentes présentent des avantages de faible coût, d'efficacité en temps réel et de granularité plus élevée, permettant une caractérisation plus précise de la vitalité des espaces récréatifs[29]. Les indicateurs de mesure de la vitalité incluent plusieurs formes telles que la fréquence d'accès, la durée et le degré de mixité[30], avec son essence restant le degré d'agrégation humaine[31]. Pour les espaces récréatifs, cette étude utilise la densité d'activités récréatives par unité de surface pour les mesurer.

1.2 Caractéristiques de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité

La vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité est le résultat combiné de l'offre d'espaces physiques et de la demande d'activités récréatives.

Du point de vue de l'offre d'espaces physiques, les villes de montagne ont des changements de terrain complexes et une construction à haute densité et concentrée[32], avec un espace constructible limité ; les espaces récréatifs font face à des problèmes d'échelle insuffisante et de distribution inégale[33] ; simultanément, en raison de pentes de terrain et de variations importantes, l'accessibilité des espaces récréatifs est réduite et l'échelle de couverture de service est plus petite[34].

Du point de vue de la demande d'activités récréatives, les loisirs sont devenus une activité normalisée dans la vie quotidienne des résidents urbains : d'une part, une intensité de développement plus élevée dans les villes de montagne signifie une densité de population plus élevée, générant une demande d'activités récréatives plus importante par unité de surface ; d'autre part, des pentes de terrain significatives limitent considérablement les capacités de déplacement des populations des villes de montagne, conduisant à une distribution limitée des espaces verts de parcs et autres espaces incapables de répondre à une demande importante d'activités récréatives, et des espaces dispersés de petite échelle tels que les coins de rue et les bords de rue portant une demande importante d'activités récréatives, devenant des outils importants pour l'expansion des espaces récréatifs extérieurs dans les zones urbaines à haute densité[35].

En résumé, l'échelle de couverture de service de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité est réduite, nécessitant une attention aux éléments uniques aux villes de montagne tels que les pentes de terrain ; une discussion plus approfondie est nécessaire sur l'échelle de couverture de service de la vitalité des espaces récréatifs. Les types et l'étendue des espaces physiques portant la vitalité récréative sont plus vastes, nécessitant une attention à davantage de types d'espaces récréatifs tels que les espaces dispersés — par exemple, s'il existe des différences de vitalité entre différents types d'espaces récréatifs, en particulier le rôle joué par les espaces dispersés dans la vitalité des espaces récréatifs.

2. Étude de cas et méthodes de données

2.1 Sélection de l'étude de cas

La zone urbaine du district de Wanzhou à Chongqing est située dans la zone vallonnée entre crêtes parallèles et vallées du Sichuan oriental, avec le fleuve Yangtsé traversant la ville, en faisant l'une des villes centrales de la zone du réservoir des Trois Gorges. Dans le contexte de la construction du réservoir des Trois Gorges et de l'urbanisation rapide, l'échelle des terres constructibles dans la zone urbaine a encore diminué, tandis qu'une population importante s'est rapidement concentrée dans la zone urbaine de Wanzhou, et la construction urbaine s'est développée vers des formes à haute densité et haute intensité, représentant une ville typique de montagne à haute densité.

Parce que les terres constructibles dans les villes de montagne sont intrinsèquement limitées, le problème de l'échelle et de la quantité insuffisantes des espaces récréatifs est plus prononcé. Selon les données de l'enquête nationale sur les changements d'utilisation des terres de 2020, l'espace vert par habitant dans la zone urbaine de Wanzhou est bien inférieur à la norme de 10m²/personne, et un grand nombre d'espaces de bords de rue et de coins sont devenus les principaux lieux pour les activités récréatives. Par conséquent, la recherche sur la vitalité des espaces récréatifs dans la zone urbaine de Wanzhou permet de comprendre la particularité des caractéristiques et des mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne, et cette étude la sélectionne comme étude de cas pour la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité, avec un champ couvrant les terres constructibles de la zone urbaine de Wanzhou et les montagnes et eaux environnantes, soit environ 235 km² de superficie.

2.2 Collecte des données

Cette étude utilise des données LBS pour calculer et caractériser la vitalité des espaces récréatifs. Les données LBS ont une résolution spatio-temporelle élevée et peuvent caractériser les comportements spatio-temporels d'individus microscopiques. Après le nettoyage et l'organisation des données, un total de plus de 1,13 million de points de données LBS ont été obtenus sur une période de 7 jours dans le district de Wanzhou. Les sources et les heures de collecte d'autres données telles que l'utilisation actuelle des terres sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Introduction aux sources de données

Type de données	Source	Heure de collecte
Données LBS	Fournisseur de services de push d'informations mobiles	1er-7 avril 2019
Données d'utilisation actuelle des terres	Bureau de planification et des ressources naturelles de Wanzhou	2019
Données de contour des bâtiments	Bureau de planification et des ressources naturelles de Wanzhou	2019
Données DEM de terrain	Données DEM NASA-SRTM	2019
Données de points d'intérêt (POI)	Plateforme ouverte d'Amap	Juin 2019
Données de satellites de télédétection	Bureau de planification et des ressources naturelles de Wanzhou	2019

2.3 Méthodes d'identification des espaces récréatifs et des activités récréatives

2.3.1 Identification des espaces récréatifs

Les types et les méthodes de définition de l'étendue pour les espaces récréatifs sont divers. La recherche sur les espaces récréatifs comprend principalement plusieurs types tels que les espaces verts de parcs, les places, les rues, les microparcs, les espaces verts communautaires et les zones commerciales. Cette étude limite la recherche aux espaces récréatifs urbains extérieurs. Des enquêtes sur le terrain ont révélé que les activités récréatives quotidiennes des populations dans les villes de montagne à haute densité se produisent principalement dans les espaces verts de parcs, les places, les espaces verts communautaires et les coins et bords de rue, de sorte que quatre types typiques d'espaces récréatifs — espaces verts de parcs, places, espaces verts communautaires et rues — ont été sélectionnés pour l'étude.

La difficulté d'identification des espaces récréatifs réside dans l'identification des espaces dispersés tels que les coins de rue et les espaces verts communautaires. Les étendues limites des utilisations de terrain des espaces verts de parcs et des places ont été clairement spécifiées dans la « Norme de classification des utilisations des terres urbaines et des terres constructibles de planification » (GB 50137-2011), et peuvent être directement extraites sur la base des données d'utilisation actuelle des terres. En raison de leurs formes diverses, de leurs limites floues et de leur grand nombre, la réalisation d'une recherche sur la vitalité de chaque coin de rue et espace vert communautaire rendrait difficile l'obtention de conclusions efficaces en raison de facteurs tels qu'une échelle de surface excessivement petite.

Pour les coins de rue, cette étude prend les intersections comme points de division pour les segmenter, les intégrant en différents tronçons de rue pour la recherche. Pour les espaces verts communautaires, des méthodes d'apprentissage profond ont été utilisées pour les identifier à partir de données de satellites de télédétection à haute précision[36]. D'abord, des zones d'échantillonnage ont été sélectionnées dans la zone urbaine de Wanzhou pour l'annotation des données, construisant une base de données d'échantillons d'espaces verts garantissant que les tuiles d'entraînement couvrent plusieurs types d'espaces verts tels que pelouses, arbustes et bois. Ensuite, le modèle DeepLabv3[37] a été utilisé pour l'entraînement, avec 11 itérations, au cours desquelles la base de données d'échantillons a été divisée en ensembles d'entraînement et de validation, avec une vérification de l'ensemble de validation atteignant une précision de 93%, identifiant efficacement les limites des espaces verts dans les villes de montagne. Les résultats d'espaces verts identifiés ont ensuite été superposés avec les terres résidentielles dans les données d'utilisation actuelle des terres pour extraire les résultats des espaces verts communautaires.

2.3.2 Identification des activités récréatives

Les points d'activités récréatives peuvent être identifiés en fusionnant les données POI[38-39] ou les données de zone d'intérêt (AOI)[40] avec les données LBS à travers leurs caractéristiques spatio-temporelles. D'abord, dans ArcGISPro, « trouver les positions de séjour » a été utilisé pour identifier tous les points de séjour dans un rayon de 100 m qui séjournent plus de 5 minutes, définissant les activités séjournant plus de 5 minutes dans un rayon de 100 m comme des activités récréatives effectives, de sorte que les seuils de temps et d'espace ont été fixés respectivement à 5 minutes et 100 m.

Cependant, en raison de la nature composite des espaces récréatifs, l'identification des points de séjour seule peut contenir un grand nombre de points d'activités non récréatives. Par exemple, en raison de la proximité des zones commerciales des deux côtés des rues, des

points d'activités professionnelles peuvent être identifiés comme des activités récréatives. De même, comme les espaces verts communautaires sont proches des zones résidentielles, des points d'activités résidentielles peuvent être identifiés comme des activités récréatives. Par conséquent, à travers la méthode d'identification emploi-domicile[41-42], les points d'activités résidentielles et professionnelles ont été identifiés, et les points d'activités récréatives dans un rayon de 50 m des deux types d'activités de chaque identifiant ont été supprimés comme résultats finaux d'activités récréatives.

2.4 Construction du modèle

2.4.1 Sélection et calcul des indicateurs de l'environnement bâti

De nombreuses études indiquent des corrélations significatives entre les activités de la population urbaine et des éléments tels que l'accessibilité spatiale[43], les combinaisons fonctionnelles et les formes de bâtiments. Pour la vitalité des espaces récréatifs, la qualité de l'espace interne[44], les éléments d'installations[45] et les caractéristiques du paysage végétal[46] sont également des éléments d'influence importants.

Par conséquent, compte tenu du contexte des villes de montagne à haute densité et en combinant les caractéristiques propres des espaces récréatifs et leur environnement environnant, cette étude a sélectionné des indicateurs d'influence sur la vitalité des espaces récréatifs.

L'influence des caractéristiques propres de l'espace récréatif sur sa vitalité se manifeste principalement sous trois aspects : premièrement, des études existantes indiquent que l'échelle de surface des espaces récréatifs a un effet inhibiteur sur la vitalité spatiale[47] ; deuxièmement, l'ouverture de surface de l'espace récréatif peut refléter les conditions de ventilation et d'ensoleillement de l'espace récréatif[48], les villes de montagne ont une densité de bâtiments élevée, et les environnements de ventilation et d'ensoleillement sont relativement pauvres[49], il est inféré que l'ouverture de surface a une relation d'influence avec sa vitalité ; enfin, la pente du terrain et la couverture végétale peuvent affecter l'expérience récréative de la population, affectant ainsi la vitalité des espaces récréatifs.

L'influence des caractéristiques de l'environnement environnant des espaces récréatifs sur la vitalité spatiale se manifeste principalement sous quatre aspects : l'accessibilité, la fonction, la distribution de la population et la capacité de construction. Une accessibilité élevée reflète la difficulté pour les résidents d'atteindre les espaces récréatifs[50] ; différentes installations fonctionnelles commerciales ont un effet promoteur sur la vitalité des espaces récréatifs. Par une analyse de régression préliminaire, deux fonctions fortement corrélées avec la vitalité des espaces récréatifs — les services de commerces et de restauration — ont été sélectionnées pour la caractérisation. Simultanément, la diversité fonctionnelle reflète la complétude des installations fonctionnelles de l'environnement environnant, de sorte que la diversité fonctionnelle a été sélectionnée pour compléter.

Les caractéristiques de la population environnante comprennent les populations résidentielles et professionnelles. Ces deux types de distributions de population servent d'activités de points d'ancrage les plus fondamentaux dans les villes[51], et leur distribution est étroitement liée à la vitalité des espaces récréatifs. La capacité de construction environnante indique la capacité de port d'activités de cette zone, qui est également l'un des éléments affectant la vitalité des espaces récréatifs. Les méthodes de calcul des indicateurs sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Méthodes de calcul et formules des indicateurs d'influence

Indicateur	Méthode de calcul	Standard de valeur
Caractéristiques propres		
Échelle de surface	Calculer la surface de chaque espace récréatif en utilisant la fonction « calculer la géométrie » dans ArcGISPro, unité : hm ²	Entre 0,01 et 46,5 hm ²
Ouverture de surface	Facteur de vue du ciel (SVF) calculé à partir du raster de surface (incluant la hauteur des bâtiments)	Entre 0 et 1, valeur plus élevée indique site plus ouvert
Pente du terrain	Calculer en utilisant la fonction « pente » dans ArcGISPro	Entre 0 et 90 degrés, valeur plus élevée indique site plus pentu
Couverture végétale	Rapport de la surface verte sur la surface totale	Entre 0 et 1
Caractéristiques environnantes		
Pente du terrain environnante	Pente moyenne dans la zone tampon	Entre 0 et 90 degrés
Accessibilité du réseau routier	Calculé par interpolation de Krigeage dans ArcGISPro	Entre 479 et 3063
Densité de bus	Compter les arrêts de bus dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 6
Densité de services commerciaux	Compter les services de commerces dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 52
Densité de services de restauration	Compter les services de restauration dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 24
Diversité fonctionnelle	Indice d'entropie de Shannon	Entre 0 et 2,2
Densité de population résidentielle	Compter la population résidentielle dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 284
Densité de population professionnelle	Compter la population professionnelle dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 233
Densité de bâtiments	Somme des surfaces d'emprise des bâtiments dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	Entre 0 et 0,46
Intensité de développement	Somme des surfaces de plancher des bâtiments	Entre 0 et 5,9

	dans la zone tampon divisée par la surface de la zone tampon	
--	--	--

2.4.2 Modèle de régression pondérée géographiquement

Le modèle de régression pondérée géographiquement (GWR) ajuste dynamiquement les paramètres du modèle pour capturer avec précision les différences locales entre différentes régions afin de s'adapter aux changements spatiaux. Par rapport à l'analyse de régression globale traditionnelle, le modèle GWR résout non seulement les problèmes de régression de données spatiales mais permet également aux coefficients de changer avec la localisation géographique, révélant ainsi plus en détail l'influence des éléments de l'environnement bâti sur la vitalité des espaces récréatifs[52].

Cette étude a sélectionné la vitalité des espaces récréatifs comme variable dépendante, et a construit 5 modèles GWR pour refléter les caractéristiques de différenciation spatiale de l'influence de la vitalité pour différents types d'espaces récréatifs. La formule du modèle est :

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^n \beta_k(u_i, v_i)X_{ik} + \varepsilon_i$$

Où : la variable dépendante Y_i représente la vitalité des espaces récréatifs ; (u_i, v_i) sont respectivement la longitude et la latitude ; $\beta_0(u_i, v_i)$ est l'interception géographique, représentant la valeur attendue de la vitalité des espaces récréatifs ; $\beta_k(u_i, v_i)$ sont les coefficients d'analyse de régression ; X_{ik} représente la valeur de la k -ième variable indépendante pour l'espace récréatif i ; ε_i est le terme d'erreur.

3. Caractéristiques de la vitalité des espaces récréatifs

3.1 Caractéristiques de distribution de la vitalité des espaces récréatifs

La vitalité des espaces récréatifs et la distribution spatiale forment globalement un modèle déséquilibré, avec des zones d'activité intenses principalement dans des régions à échelle de surface plus faible et espaces récréatifs plus dispersés, tandis que les espaces verts de parcs et autres espaces récréatifs à échelle de surface plus faible ont une vitalité plus faible.

Trois principales zones d'activités récréatives intenses ont émergé : Gaosuntang-Taibai, Beishan et Bai'anba. Un total de 71 525 activités récréatives ont été générées pendant la période d'échantillonnage, avec une densité de vitalité de 105,8 visites/hm² (tableau 3), ce qui peut être dû au fait que les rues ont la distribution spatiale la plus uniforme et la plus étendue, et que leurs espaces de bords et de coins jouent un rôle important dans les activités récréatives dans les villes de montagne.

La densité de vitalité des places se classe au deuxième rang, mais leur quantité et leur distribution sont les plus faibles, indiquant que les populations des villes de montagne ont tendance à mener des activités récréatives dans les places. Des enquêtes sur le terrain ont confirmé que les places accueillent de nombreuses activités récréatives collectives à grande échelle telles que la danse de place et les activités de fitness. La densité de vitalité des espaces verts de parcs est la plus faible, avec une quantité plus faible, une échelle de surface plus importante et étant situés dans les zones montagneuses autour de la zone urbaine, par conséquent l'accessibilité est relativement plus faible que pour d'autres types d'espaces récréatifs.

Tableau 3 : Aperçu des activités dans différents types d'espaces récréatifs

Type d'espace récréatif	Fréquence d'activités récréatives (visites)	Surface totale des espaces récréatifs (hm ²)	Densité de vitalité récréative (visites/hm ²)
-------------------------	---	--	---

Espace vert de parc	3 108	323,8	9,6
Place	3 098	46,5	66,6
Rue	71 525	683,8	105,8
Espace vert communautaire	17 271	308,6	56,0

La fréquence d'activités récréatives des espaces verts communautaires était relativement élevée, indiquant que les espaces verts communautaires sont également les principaux lieux pour les activités récréatives des populations des villes de montagne. Les différences de vitalité entre différents types d'espaces récréatifs étaient significatives, avec les rues ayant la fréquence d'activités récréatives et la densité de vitalité les plus élevées, suivies par les espaces verts communautaires, puis les places, avec les espaces verts de parcs les plus faibles.

3.2 Caractéristiques de distance de déplacement des espaces récréatifs

Basé sur les données LBS, les lignes OD de déplacement avec des espaces récréatifs comme destinations dans la zone urbaine du district de Wanzhou ont été identifiées, avec une distance la plus courte dans un rayon de 10 m et une distance la plus longue d'environ 12 km, une distance moyenne de 1,2 km. La figure 1 montre la distribution de proportion des distances de déplacement pour différents types d'espaces récréatifs.

Pour Wanzhou, 70% des distances de déplacement des espaces récréatifs n'excèdent pas 1,5 km. Lorsque la distance de déplacement des espaces récréatifs dépasse 2 km, le volume de déplacement diminue brusquement. Par conséquent, on peut considérer que les espaces récréatifs de Wanzhou servent principalement dans une échelle de portée de 1,5 km.



Fig.1 Proportion des distances parcourues pour différents types d'espaces de loisirs

La différence de distribution des distances de déplacement pour différents types d'espaces récréatifs indique leurs différentes échelles de portée de service. Dans l'échelle de portée de service principale de 1,5 km, la distribution des distances d'activités récréatives des espaces verts de parcs est relativement moyenne, indiquant qu'elle peut simultanément attirer des populations de différentes portées environnantes. Les portées d'attraction des activités récréatives des places et des rues sont principalement de 1,0-1,25 km et 1,0-1,25 km respectivement, avec relativement moins d'activités récréatives à courte et longue distance. Les activités récréatives des espaces verts communautaires sont principalement des comportements à proximité, montrant une tendance significative de diminution du volume d'activités récréatives avec l'augmentation de la distance.

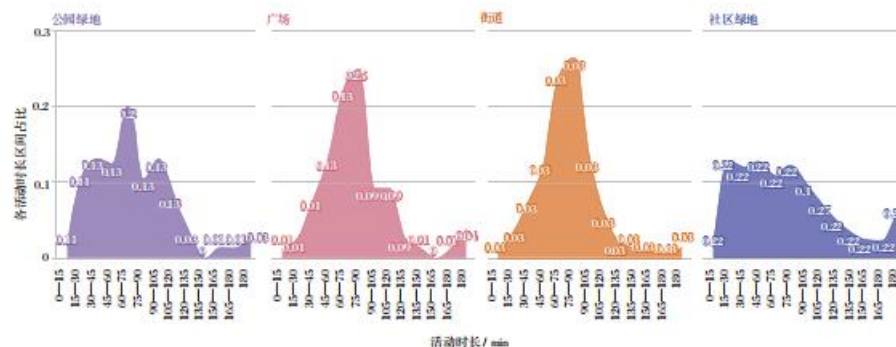
3.3 Caractéristiques de durée d'activité des espaces récréatifs

La durée d'activité des espaces récréatifs peut refléter les besoins d'activités récréatives de la population urbaine et la satisfaction vis-à-vis des espaces récréatifs[53]. La durée moyenne de séjour de la population urbaine du district de Wanzhou dans les espaces récréatifs est de

82 minutes, avec une durée médiane d'activités récréatives de 75 minutes, indiquant que les besoins d'activités récréatives de la population urbaine du district de Wanzhou sont forts, et la plupart des durées d'activités récréatives se situent entre 15 et 105 minutes (figure 2).

Fig.2 Proportion de durées d'activité pour différents types d'espaces de loisirs

Parmi les différents types d'espaces récréatifs, les distributions de durée d'activités récréatives des espaces verts communautaires et des espaces verts de parcs sont plus



uniformes. Ces deux types d'espaces peuvent simultanément attirer des activités récréatives de courte et longue durée. Des enquêtes sur le terrain ont révélé que les espaces verts de parcs et les espaces verts communautaires incluent davantage de types d'activités récréatives de courte durée telles que le repos et la promenade, ainsi que de nombreux séjours de longue durée tels que le fitness. Les durées d'activités récréatives des places et des rues présentent des caractéristiques de durée de pointe évidentes, principalement entre 60 et 90 minutes, avec les espaces ci-dessus menant principalement des activités récréatives à but fort comme les jeux de cartes et la danse de place.

4. Mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs

4.1 Comparaison des résultats pour différents modèles de types d'espaces récréatifs

Basé sur la caractéristique que les espaces récréatifs de Wanzhou servent principalement dans une échelle de portée de 1 500 m, cette étude a divisé en zones tampon d'espaces récréatifs de 100 m, 250 m, 500 m, 1 000 m et 1 500 m, a extrait les éléments d'influence de l'environnement bâti pour construire des modèles GWR.

Les résultats ont montré qu'à mesure que la distance de la zone tampon augmentait, le R^2 ajusté du modèle GWR était successivement de 0,59, 0,52, 0,49, et lorsque la distance de la zone tampon était supérieure ou égale à 1 000 m, les résultats du modèle montraient des problèmes de multicolinéarité — c'est-à-dire que la différenciation des résultats des différents éléments d'influence dans cette zone tampon diminuait. Cela indique qu'à mesure que la distance augmente, le résultat de l'influence de l'environnement environnant sur la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne diminue. Par conséquent, cette étude a sélectionné la distance de zone tampon de 100 m pour une analyse plus approfondie. Cette étude a construit 5 modèles GWR pour l'analyse, incluant 1 modèle global d'espaces récréatifs et 4 modèles spécialisés pour les espaces verts de parcs, les places, les rues et les espaces verts communautaires. Les résultats sont présentés dans le tableau 4. En raison des caractéristiques de multicolinéarité entre les indicateurs de densité de population professionnelle environnante et l'intensité de développement environnante et d'autres indicateurs, ils ont été supprimés dans le modèle final. Toutes les variables restantes ont passé le test de signification.

En comparant les 5 modèles GWR, le modèle global avait une capacité explicative

relativement plus faible, indiquant que les éléments de l'environnement bâti ont différents mécanismes d'influence sur différents types d'espaces récréatifs. Dans le modèle global, des éléments tels que la densité de services de restauration environnante, la densité de population résidentielle environnante et la densité de bus environnante avaient un degré d'influence plus élevé, et des indicateurs uniques tels que l'ouverture de surface et la pente du terrain avaient également des effets d'influence relativement significatifs, avec des effets différents pour différents modèles.

Tableau 4 : Résultats du modèle de régression pondérée géographiquement

Indicateur	Modèle global	Modèle espace vert de parc	Modèle place	Modèle rue	Modèle espace vert communautaire
Caractéristiques propres					
Échelle de surface	-0,04	-0,01	0,12	0,03	-0,01
Ouverture de surface	-0,05	-0,20	-0,22	-0,01	-0,35
Pente du terrain	-0,03	0,01	0,08	-0,03	-0,07
Couverture végétale	-0,01	-0,22	-0,04	0,03	-0,13
Caractéristiques environnantes					
Pente du terrain environnante	-0,02	-0,04	0,01	-0,04	-0,01
Accessibilité du réseau routier	0,02	-0,12	0,02	-0,01	0,02
Densité de bus	0,14	-0,07	0,21	0,18	0,03
Densité de services commerciaux	0,17	-0,14	0,30	0,17	0,02
Densité de services de restauration	0,35	0,11	0,31	0,35	0,12
Diversité fonctionnelle	0,02	0,01	0,00	0,03	-0,06
Densité de population résidentielle	0,20	0,53	-0,06	0,26	0,55
Densité de population professionnelle	Supprimé	Supprimé	Supprimé	Supprimé	Supprimé
Densité de bâtiments	0,02	0,12	0,10	0,04	-0,16
Intensité de développement	Supprimé	Supprimé	Supprimé	Supprimé	Supprimé
Statistiques du					

modèle					
R ²	0,61	0,71	0,69	0,70	0,64
R ² ajusté	0,59	0,64	0,59	0,68	0,60
AICc	3693,85	307,82	183,67	2344,68	572,79
Sigma-Squared MLE	0,39	0,29	0,31	0,30	0,36

4.2 Différences de mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs par type

Les coefficients de différentes variables dans le tableau 4 indiquent leur degré d'influence sur les changements de vitalité des espaces récréatifs. Les caractéristiques propres produisent globalement des effets inhibiteurs sur la vitalité spatiale — c'est-à-dire que plus l'échelle de surface, l'ouverture de surface, la pente du terrain et la couverture végétale sont élevées, plus faible est la vitalité spatiale correspondante. L'échelle de surface a un effet promoteur sur la vitalité des espaces de places, indiquant que l'augmentation de la surface des places est favorable à l'amélioration de la vitalité des espaces récréatifs. Des enquêtes sur le terrain ont révélé que le matin et le soir, les populations ont tendance à mener des activités de groupe sur des surfaces de places de grande échelle, de sorte qu'il est nécessaire de disposer de places d'une certaine échelle dans les villes de montagne.

Pour l'ouverture de surface, en raison du manque de surfaces de grande échelle pour les activités récréatives dans les régions à haute densité de bâtiments telles que Gaosuntang et Beishan, les résultats ci-dessus apparaissent. Dans les régions à densité de bâtiments plus faible, l'ouverture de surface est positivement corrélée à la vitalité des espaces récréatifs, tandis qu'en raison de l'utilisation compacte des terres dans la plupart des zones des villes de montagne, les espaces récréatifs sont disposés dans des environnements de montagne à haute densité avec une ouverture plus faible, de sorte que l'ouverture de surface est principalement négativement corrélée à la vitalité des espaces récréatifs.

La couverture végétale a un effet inhibiteur important sur la vitalité des espaces verts de parcs et des espaces verts communautaires, raisons similaires à l'ouverture de surface — non que la couverture végétale réduise la vitalité des espaces récréatifs, mais que dans les villes de montagne à haute densité, il est difficile de disposer d'espaces à couverture végétale élevée pour un usage récréatif, tandis que les zones environnantes contiennent un grand nombre de parcs de montagne à couverture végétale élevée, mais en raison d'une densité de population résidentielle environnante insuffisante, les résultats ci-dessus émergent. La couverture végétale a une influence plus faible sur la vitalité des espaces de places et de rues. La pente du terrain a une influence plus faible sur les quatre types d'espaces récréatifs, montrant généralement une relation inhibitrice.

Plus les conditions d'accessibilité environnantes sont élevées, plus l'augmentation correspondante de la vitalité des espaces récréatifs est élevée. La pente du terrain environnante est principalement inhibitrice sur la vitalité des espaces récréatifs — c'est-à-dire que l'augmentation de la pente du terrain environnante réduit une certaine vitalité des espaces récréatifs. L'accessibilité du réseau routier environnant a un effet promoteur élevé sur la vitalité des espaces verts de parcs, avec une influence plus faible de la densité de bus, indiquant que les populations autour des espaces verts de parcs ont tendance à atteindre les activités récréatives en marchant, nécessitant une amélioration de l'accessibilité du réseau routier environnant des espaces verts de parcs. La densité de bus environnante a une influence plus élevée sur la vitalité des espaces des modèles de places et de rues, indiquant

des populations plus importantes atteignant ces types d'espaces récréatifs par les transports publics, ce qui peut être combiné avec la disposition de places autour des arrêts de bus et l'exploitation du potentiel d'utilisation des espaces récréatifs de rue.

Les caractéristiques d'accessibilité environnantes ont une influence plus faible sur la vitalité des espaces verts communautaires, indiquant que la vitalité des espaces verts communautaires provient principalement des populations de la communauté, et le degré d'influence de la densité de population résidentielle environnante prouve également le point de vue correspondant.

Les caractéristiques fonctionnelles environnantes produisent principalement des effets promoteurs sur les espaces récréatifs. La densité de services de restauration environnante est positivement corrélée à la vitalité des espaces récréatifs, en particulier dans les modèles de places et de rues où les deux types ci-dessus ont une échelle de surface plus petite et un environnement environnant plus ouvert, de sorte que les installations fonctionnelles environnantes peuvent augmenter efficacement la vitalité des espaces de places et de rues. Cet effet positif présente des différences centre-périphérie dans l'espace — c'est-à-dire que dans les régions à forte agglomération de l'industrie des services de restauration telles que Gaosuntang et le nouveau district de Jiangnan, l'effet promoteur des formes de l'industrie des services de restauration est réduit, tandis que dans des régions telles que Shuanghekou et Bai'anba, l'agglomération de l'industrie des services de restauration a un effet promoteur plus important sur la vitalité des espaces récréatifs [figure 3(b)]. L'effet inhibiteur de la densité de services commerciaux environnants sur les espaces verts de parcs apparaît principalement dans les régions à haute densité telles que Gaosuntang et Beishan, indiquant que la densité de services commerciaux environnants est excessivement dense dans ces régions, et son augmentation n'a plus d'effet promoteur sur la vitalité des espaces verts de parcs. De plus, la diversité fonctionnelle environnante a des effets plus faibles sur les quatre types d'espaces récréatifs.

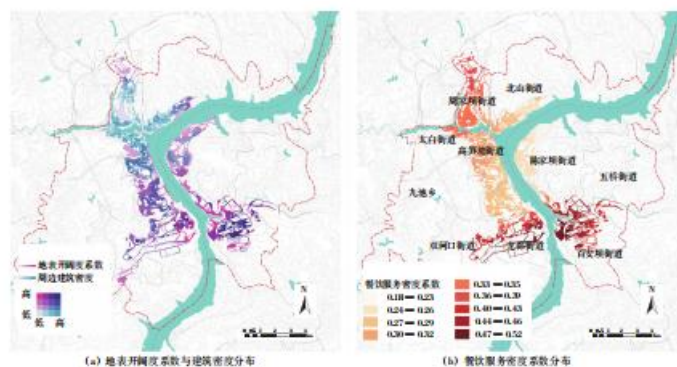


Fig.3 Distribution des coefficients pour les facteurs influents clés dans le modèle global

La densité de population résidentielle environnante a des effets promoteurs très significatifs sur la vitalité des espaces verts de parcs, des rues et des espaces verts communautaires, et dans les régions à densité résidentielle élevée, les coefficients de densité de population résidentielle environnante sont plus élevés, avec une forte demande d'activités récréatives, de sorte que les espaces récréatifs correspondants peuvent être augmentés dans ces régions. La densité de population résidentielle environnante a moins d'influence sur la vitalité des espaces de places ; des enquêtes sur le terrain ont révélé que son effet inhibiteur apparaît

principalement dans des régions telles que Bai'anba et Longdu avec une densité de population résidentielle plus faible, suggérant une orientation modérée de l'agglomération de population résidentielle.

La capacité de construction environnante a des effets promoteurs sur les espaces verts de parcs, les places et les rues — c'est-à-dire qu'à mesure que la densité de bâtiments environnants augmente, la vitalité des espaces récréatifs ci-dessus augmente correspondamment. Pour les espaces verts communautaires, peut-être en raison de l'augmentation de la densité de bâtiments environnants, les populations sont plus enclines à quitter les environnements communautaires à haute densité pour mener des activités récréatives.

5. Discussion et conclusions

5.1 Particularité de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité

Cette étude a pris le district de Wanzhou à Chongqing comme étude de cas pour rechercher les caractéristiques et les mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité, obtenant les conclusions spécifiques suivantes :

① En raison de l'influence d'un terrain complexe, la distance principale de déplacement récréatif de Wanzhou se situe dans un rayon de 1,5 km, et l'échelle de portée de service principale de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité est relativement significativement réduite par rapport aux villes de plaine.

② Dans les espaces récréatifs des villes de montagne à haute densité, les rues et les espaces verts communautaires ont une distribution spatiale généralisée, peuvent compléter efficacement l'insuffisance des espaces verts de parcs et des places, et portent donc une grande quantité d'activités récréatives. En comparant la durée des activités récréatives, il a été constaté que les espaces verts de parcs et les espaces verts communautaires par rapport aux rues et aux places peuvent satisfaire plus de durées différentes d'activités récréatives, il est inféré que les types d'activités récréatives qu'ils portent sont plus riches.

5.2 Différences de mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs par type

Cette étude explique les différences dans les mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs pour différents types d'espaces récréatifs par l'analyse de régression pondérée géographiquement. À travers ces différences, différents types d'espaces récréatifs peuvent être disposés de manière coordonnée — par exemple, dans les régions à meilleures conditions d'accessibilité du réseau routier environnant, les espaces verts de parcs plutôt que les surfaces dures de places peuvent être considérés en priorité, tandis que dans les régions à densité plus élevée de services commerciaux environnants, l'inverse s'applique.

Cette différence reflète les effets synergiques différents des activités récréatives dans différents types d'espaces récréatifs avec d'autres types d'activités comportementales (telles que les achats), qui peuvent être analysés lors de la prochaine étape de recherche. De plus, des stratégies d'amélioration de la vitalité peuvent être proposées pour différents espaces récréatifs sur la base de ces mécanismes d'influence.

5.3 Stratégies d'amélioration de la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité

Dans l'environnement bâti des villes de montagne à haute densité, de grands espaces récréatifs peuvent signifier une vitalité récréative plus faible, nécessitant plus de

considération pour l'augmentation des espaces dispersés disposés de manière « insérée ». De grandes quantités de recherche ont déjà découvert les avantages significatifs de ces espaces dispersés dans les villes à haute densité[54-55], tels que des coûts de construction plus faibles, la capacité d'être largement distribués, et l'augmentation de la disposition et de la construction d'espaces dispersés peut satisfaire efficacement les besoins récréatifs des populations des villes de montagne à haute densité.

Les régions à haute densité de bâtiments et à faible ouverture de surface ont des besoins récréatifs plus élevés, nécessitant une augmentation importante de la disposition des espaces récréatifs. De plus, pour les espaces verts de parcs, les conditions d'accessibilité routière doivent être prises en compte, améliorant la vitalité des espaces récréatifs par des mesures telles que l'ajout d'entrées, l'installation d'escaliers et d'ascenseurs. Les mécanismes d'influence de la vitalité des places et des rues sont similaires — tous deux doivent considérer les caractéristiques fonctionnelles environnantes, et la disposition combinée avec le commerce et la restauration peut améliorer efficacement leur utilisation. Les principaux facteurs influençant la vitalité des espaces verts communautaires sont les populations résidentielles environnantes, de sorte que l'échelle de surface des espaces verts communautaires doit être considérée en combinaison avec l'échelle de la population communautaire.

5.4 Limites et perspectives

Cette étude a recherché la vitalité des espaces récréatifs dans les villes de montagne à haute densité. L'une des conclusions principales est que les rues et les espaces verts communautaires jouent un rôle très important dans les activités récréatives des villes de montagne à haute densité, mais certaines limites subsistent dans la recherche :

① La recherche théorique sur les mécanismes d'influence de la vitalité des espaces récréatifs dispersés est insuffisante. Les méthodes actuelles se concentrent principalement sur la recherche globale des espaces récréatifs des villes de montagne et les études comparatives, tandis que les espaces dispersés en tant qu'espaces récréatifs importants parmi eux peuvent avoir des mécanismes d'influence liés à des éléments plus microscopiques tels que les installations récréatives et la surface pavée, nécessitant des propositions combinées d'espaces dispersés pour la recherche correspondante sur les mécanismes d'influence de la vitalité.

② Méthodes insuffisantes pour définir et identifier les espaces récréatifs dispersés. Dans les rues urbaines, à l'exception des voies de circulation motorisée, tout est espace physique où les populations peuvent mener des activités récréatives, rendant difficile l'identification des limites des espaces dispersés de coins et de bords de rue. Les espaces verts communautaires ont les caractéristiques de quantité nombreuse et de distribution dispersée, de sorte que cette étude a intégré les espaces verts communautaires et les espaces dispersés de coins et de bords de rue dans chaque parcelle et chaque rue pour la recherche. Dans la recherche suivante, des méthodes précises d'identification et de définition doivent être proposées, permettant ainsi une recherche plus raffinée de leurs mécanismes d'influence.

Notes

① Ces données sont des données déclenchées par événement générées lorsque les utilisateurs utilisent des demandes de positionnement Internet mobile, provenant de plusieurs applications — c'est-à-dire des données de localisation géographique instantanées

formées lorsque les utilisateurs effectuent des événements tels que la connexion, la recherche, l'envoi et la réception d'informations et les notifications de push dans diverses applications. Les données ont été anonymisées et n'impliquent pas la vie privée personnelle.

Références

- [1] HUANG Guangyu. Principes des villes de montagne[M]. Pékin : China Architecture & Building Press, 2006.
- [2] YANG Minghan, HUANG Xiaojun, SONG Tao. Recherche sur l'évaluation de la vitalité des espaces publics basée sur « l'apprentissage mutuel explicite-implicite » : étude de cas des espaces verts de parcs à Xi'an[J]. Human Geography, 2023, 38(5) : 118-125.
- [3] XI Jinping. Problèmes majeurs dans la stratégie de développement économique et social à moyen et long terme de la Chine[EB/OL]. (2020-04-10) [2025-07-11]. <http://www.nopss.gov.cn/n1/2020/1102/c432288-31915415.html>.
- [4] LEI Cheng, ZHAO Wanmin. Théorie et pratique de la planification des systèmes piétons dans les villes de montagne : étude de cas de la zone urbaine principale de Chongqing[J]. Urban Planning Forum, 2008(3) : 71-77.
- [5] LIU S, LAI S Q, LIU C, et al. Qu'est-ce qui a influencé la vitalité de l'espace récréatif du front d'eau ? Étude de cas du fleuve Huangpu à Shanghai, Chine[J]. Cities, 2021, 114 : 103197.
- [6] HAN Yongchun, WANG Shifu, DENG Zhaohua. Spéculation, recherche empirique et inspiration sur la vitalité et la qualité du front d'eau : étude de cas de la zone du front d'eau de la rivière des Perles à Guangzhou[J]. Urban Planning Forum, 2021(4) : 104-111.
- [7] WANG Weiqiang, MA Xiaojiao. Recherche sur l'évaluation de la vitalité de l'espace public du front d'eau basée sur des données multi-sources : étude de cas de la zone du front d'eau de la rivière Huangpu[J]. Urban Planning Forum, 2020(1) : 48-56.
- [8] LI Fangzheng, QIAN Leixi, ZANG Fengqi, et al. Recherche sur l'utilisation récréative et les facteurs d'influence des parcs périurbains de Pékin basée sur les big data de voyage Tencent[J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 26(4) : 77-83.
- [9] TAO Zheng, DING Jiahui, WANG Ling, et al. Hétérogénéité spatio-temporelle de l'influence des caractéristiques des parcs urbains sur la vitalité récréative[J]. Chinese Landscape Architecture, 2023, 39(12) : 108-114.
- [10] CHEN Jintang, DENG Mingliang, LIANG Binzhu, et al. Recherche sur les caractéristiques spatio-temporelles de la vitalité des rues construites et les stratégies d'amélioration de la qualité : étude de cas de Jianshe Xincun à Guangzhou[J]. Planner, 2021, 37(16) : 13-22.
- [11] YANG Dongfeng, WANG Xiaomeng, HAN Ruina. Effets non linéaires et effets d'interaction de l'environnement bâti sur la vitalité des rues : étude de cas de Shenyang[J]. Urban Planning Forum, 2023(5) : 93-102.
- [12] MA Liya, XIU Chunliang. Recherche sur l'appariement entre les espaces verts de parcs et les zones résidentielles basée sur les déplacements de loisirs des résidents à Shenyang[J]. World Regional Studies, 2023, 32(6) : 108-118.
- [13] ZHAI Yujia, ZHUANG Andi, GONG Xiuqi, et al. Recherche empirique sur le rayon de service des parcs régionaux urbains dans un contexte favorable aux personnes âgées : étude de cas du parc Luxun à Shanghai[J]. Urban Architecture, 2018(12) : 56-60.
- [14] XIA C, YE H A G O, ZHANG A. Analyse des relations spatiales entre l'intensité d'utilisation des terres urbaines et la vitalité urbaine au niveau du bloc de rue : étude de cas de cinq mégapoles chinoises[J]. Landscape and Urban Planning, 2020, 193 : 103669.

- [15] MING Yujia, LIU Yong, ZHOU Jiasong. Évaluation de la vitalité des villes de montagne basée sur les big data : étude de cas de la zone urbaine principale de Chongqing[J]. *Resources Science*, 2020, 42(4) : 710-723.
- [16] WANG H, TANG J, XU P, et al. Recherche sur le mécanisme d'influence de la vitalité des rues dans les villes de montagne basé sur un réseau bayésien : étude de cas de la zone urbaine principale de Chongqing[J]. *Land*, 2022, 11(5) : 728.
- [17] JALALADDINI S, OKTAY D. Espaces publics urbains et vitalité : une analyse socio-spatiale dans les rues des villes chypriotes[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 35 : 664-674.
- [18] SHAN Ruiqi, ZHANG Song. Évaluation de la vitalité de renouvellement de l'environnement bâti historique et stratégies de régénération : étude de cas de Tianzifang, Xintiandi et le centre commercial Yuyuan à Shanghai[J]. *Urban Planning Forum*, 2021(2) : 79-86.
- [19] WANG Jianguo. Partage inclusif, apprentissage mutuel explicite-implicite, habitation attendue : paysage historique et création contemporaine de la vitalité urbaine[J]. *City Planning Review*, 2019, 43(12) : 8.
- [20] JACOBS J. *The Death and Life of American Cities*[M]. New York : Random House, 1961.
- [21] GEHL. *Life Between Buildings*[M]. HE Renke, trad. Pékin : China Architecture & Building Press, 1992.
- [22] YANG Huiya, HU Xinyu, HAN Xiazhou, et al. Recherche comportementale spatio-temporelle des visiteurs de places dans les zones urbaines à haute densité du point de vue des personnes âgées : étude de cas de Nanjing[J]. *Landscape Architecture*, 2019(2) : 87-93.
- [23] TAN Shaohua, LI Yingxia. Recherche sur la construction de la vitalité des places : étude de cas de la place centrale en contrebas de la place des Trois Gorges de Chongqing[J]. *Journal of Human Settlements in West China*, 2015, 30(2) : 93-98.
- [24] WEI Di, LU Yi, WANG Yuan, et al. Intervention du flux d'information dans la création de la vitalité des espaces publics : analyse empirique basée sur les big data des parcs urbains[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2023, 30(7) : 86-94.
- [25] NIU Xinyi, LIN Shijia. Données spatio-temporelles dans la recherche en planification urbaine : évolution technologique, questions de recherche et tendances de pointe[J]. *Urban Planning Forum*, 2022(6) : 50-57.
- [26] XIA C, YE H A G O, ZHANG A. Analyse des relations spatiales entre l'intensité d'utilisation des terres urbaines et la vitalité urbaine au niveau du bloc de rue : étude de cas de cinq mégapoles chinoises[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 193 : 103669.
- [27] LIU Song, LAI Siqi. Recherche sur la mesure de la vitalité des espaces publics urbains soutenue par les big data[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2019, 26(5) : 24-28.
- [28] WU Zhiqiang, YE Zhongnan. Recherche sur la structure spatiale urbaine basée sur les cartes thermiques de Baidu : étude de cas de la zone urbaine centrale de Shanghai[J]. *City Planning Review*, 2016, 40(4) : 33-40.
- [29] ZHENG Degao, LIN Chenhui, WU Hao, et al. Recherche spatiale et cadre technologique de portraits numériques orientés vers le développement urbain durable[J]. *Urban Planning Forum*, 2023(6) : 32-39.
- [30] CAO Zhongming, ZHEN Feng, LI Zhixuan, et al. Modèles de vitalité temporelle urbaine et facteurs d'influence basés sur les données de signalisation mobile : étude de cas de la zone urbaine centrale de Nanjing[J]. *Human Geography*, 2022, 37(6) : 109-117.

- [31] YANG Junyan, ZHANG Zhonghu, SHI Yi. Exploration de la plateforme numérique de participation publique à la conception urbaine orientée vers le renouvellement urbain : étude de cas du district de Yuejianglou à Nanjing[J]. Urban Planning Forum, 2024(3) : 74-81.
- [32] FU Lei, HE Wang, LIU Chang. Structure spatiale et performance des villes de montagne en forme de ceinture[J]. Urban Planning Forum, 2012(Supplément 1) : 18-22.
- [33] LUO Chang, WANG Fangmin, LI Gaogao, et al. Caractéristiques d'appariement de l'offre et de la demande des services culturels des écosystèmes d'espaces verts de parcs dans les villes de montagne polycentriques[J]. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(13) : 5816-5827.
- [34] LIU Jun. Problèmes et contre-mesures dans la planification des systèmes d'espaces verts des villes de montagne[J]. Chinese Landscape Architecture, 2017, 33(9) : 67-72.
- [35] ZHOU Conghui, ZHANG Yu. Méthodes de contrôle de disposition des espaces verts de parcs de petite et micro échelle dans les zones urbaines à haute densité[J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(10) : 60-65.
- [36] LIU Ziqing, WANG Xinyu, YANG Feng, et al. Technologie d'identification numérique des espaces verts informels intégrant l'apprentissage profond dans le contexte du renouvellement urbain[J]. Chinese Landscape Architecture, 2023, 39(6) : 33-38.
- [37] MAO L, ZHENG Z, MENG X, et al. Identification automatique à grande échelle des terrains vacans urbains utilisant la segmentation sémantique d'images de télédétection à haute résolution[J]. Landscape and Urban Planning, 2022, 222 : 104384.
- [38] LIU J, MENG B, SHI C. Une vue multi-activités des réseaux de déplacements intra-urbains : étude de cas de Pékin[J]. Cities, 2023, 143 : 104634.
- [39] YANG Junyan, JIN Tanhua, SHI Yi, et al. Portraits numériques de population urbaine basés sur les big data : technologie et étude empirique[J]. City Planning Review, 2023, 47(4) : 45-55.
- [40] ZHANG Xun. Recherche sur les portraits numériques de population urbaine orientés vers la planification précise[D]. Nanjing : Southeast University, 2025.
- [41] ZHOU Xingang, SUN Chenchen, NIU Xinyi. Discussion sur les questions d'échelle spatiale des relations emploi-domicile basées sur les big data mobiles : étude de cas de Shanghai et Shenzhen[J]. International Urban Planning, 2021, 36(5) : 78-85.
- [42] ZHOU X G, YE H A G O, LI W F, et al. Une analyse spectrale de trajets de l'équilibre et de l'autosuffisance emploi-domicile de l'emploi avec des big data de localisation de téléphones mobiles[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2018, 45(3) : 434-452.
- [43] LIU Bing, ZHANG Hanshuang, CAO Juanjuan, et al. Évaluation de la mise en œuvre de la stratégie spatiale de Wuhan basée sur la performance d'accessibilité des bus[J]. Urban Planning Forum, 2017(1) : 39-47.
- [44] VAN CAUWENBERG J, CERIN E, TIMPERIO A, et al. Proximité, qualité des parcs et activité physique récréative chez les adultes d'âge moyen et avancé : effets modérateurs des facteurs individuels et de la zone de résidence[J]. International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity, 2015, 12 : 46.
- [45] HAMSTEAD Z A, FISHER D, ILIEVA R T, et al. Médias sociaux géolocalisés comme indicateur rapide des visites de parcs et d'accès équitable aux parcs[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2018, 72 : 38-50.
- [46] ZHUANG Yini, CHEN Dan, CHE Shengquan. Recherche sur l'influence des caractéristiques du paysage végétal de l'environnement résidentiel urbain sur le comportement social des personnes âgées : étude de cas du district de Hongkou à Shanghai[J]. Chinese Landscape

Architecture, 2021, 37(10) : 83-88.

[47] HU Xinyu, LI Tingting. Recherche sur les caractéristiques de distribution spatio-temporelle de la population des parcs urbains basée sur la perspective de la vitalité : étude de cas de la zone urbaine centrale de Suzhou[J]. Landscape Architecture, 2022, 39(7) : 90-97.

[48] HE Wenhui, YANG Xin, TANG Guo'an, et al. Recherche sur l'ouverture de surface urbaine basée sur le modèle numérique d'altitude : étude de cas de la vieille ville de Nanjing[J]. Journal of Geo-information Science, 2012, 14(1) : 94-100.

[49] WANG Zihao, ZHANG Chunyang. Revue sur la recherche d'association entre l'environnement bâti à haute densité et la santé publique[J]. South Architecture, 2023(6) : 21-32.

[50] LU Shuang, WANG Yu, ZENG Peng. Recherche sur les caractéristiques d'évolution spatio-temporelle de l'accessibilité des espaces verts de parcs urbains basée sur la méthode du détecteur géographique : étude de cas de la zone urbaine centrale de Jinan de 2006 à 2018[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2022, 37(5) : 81-88.

[51] WANG Chunchun, JIN Yunfeng. Ancrages doubles emploi-domicile : analyse de la portée de service des espaces verts publics communautaires dans les zones urbaines centrales : étude de cas du district de Huangpu à Shanghai[J]. Landscape Architecture, 2024, 41(8) : 102-110.

[52] LU Binbin, GE Yong, QIN Kun, et al. Examen technique de l'analyse de régression pondérée géographiquement[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2020, 45(9) : 1356-1366.

[53] ZHAO Yifan, ZHANG Xunyi, ZHANG Yuanming, et al. Stratégies de planification communautaire précise basées sur les portraits comportementaux spatio-temporels de population : étude de cas de la communauté Yuejianglou à Nanjing[J]. Planner, 2022, 38(9) : 108-116.

[54] ZHOU Conghui. Attributs de base et problèmes clés de planification des micro-espaces verts urbains[J]. International Urban Planning, 2022, 37(3) : 105-113.

[55] WANG Yijin, ZHANG Lijun, LI Fangzheng. Explorer la valeur potentielle négligée des espaces verts informels : génération, cadre et méthodes[J]. World Architecture, 2023(7) : 16-17.

Ai 辅助翻译