Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine

109-3 | 2021

Les matérialités de la transition énergétique en montagne : pour une approche critique

L'approche territoriale de l'intégration des SER dans les zones montagneuses. L'aménagement participatif à l'aide des représentations 3D : exemples d'application en Méditerranée orientale

Dimitrios Goussios, Ioannis Faraslis et Prodromos Mardakis

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rga/9592>

DOI : 10.4000/rga.9592

ISSN : 1760-7426

Cet article est une traduction de :

The Territorial Approach to the Integration of RES in Mountain Areas. Participatory Planning with the Support of 3D Representations: Examples of Application in the Eastern Mediterranean - URL : <https://journals.openedition.org/rga/9534> [en]

Éditeur :

Association pour la diffusion de la recherche alpine, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes

Référence électronique

Dimitrios Goussios, Ioannis Faraslis et Prodromos Mardakis, « L'approche territoriale de l'intégration des SER dans les zones montagneuses. L'aménagement participatif à l'aide des représentations 3D : exemples d'application en Méditerranée orientale », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 109-3 | 2021, mis en ligne le 31 décembre 2021, consulté le 08 décembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/rga/9592> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rga.9592>

Ce document a été généré automatiquement le 8 décembre 2022.

Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International - CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

L'approche territoriale de l'intégration des SER dans les zones montagneuses. L'aménagement participatif à l'aide des représentations 3D : exemples d'application en Méditerranée orientale

Dimitrios Goussios, Ioannis Faraslis et Prodromos Mardakis

Introduction

- 1 Au cours des dernières décennies, la mondialisation et les préoccupations liées au changement climatique, l'évolution des politiques publiques, les attentes des consommateurs et les technologies ont contribué à la reconnaissance de la multifonctionnalité et de la valeur des ressources dans les zones montagneuses (Gumuchian et Pecqueur, 2007). Au sein de ces territoires, un cadre de développement est en train d'émerger afin de surmonter leur marginalisation (Goussios, 2019 ; Rieutort, 2020). En adoptant le modèle de développement territorial, les zones montagneuses entrent dans un processus d'apprentissage quant à l'intégration et la gestion de cette nouvelle relation entre les ressources et le patrimoine (Landel et Senil, 2009 ; Fortin, 2008 ; Peyrache-Gadeau, 2009 ; Peyrache-Gadeau et Perron, 2010). Dans ce contexte nouveau, la promotion des sources d'énergie renouvelable (SER), favorisée par les politiques publiques et les nouvelles technologies, est appréhendée comme un apport aux dynamiques émergentes de territorialisation des zones montagneuses (Brenner *et al.*, 2003). En s'intéressant aux usages sensibles de terres, aux structures

foncières et à leurs relations (Howard *et al.*, 2009), notamment pour les paysages de montagne, de tels aménagements impactent la propriété des ressources (Nadaï et Van der Horst, 2010 ; Pavlis, 2020). Il semble donc que le principal défi pour les communautés locales de montagnes soit l'harmonisation de la transition énergétique avec leur propre processus de développement territorial (Gross, 2007).

- 2 Cependant, les zones de montagne sont confrontées à des obstacles importants en ce qui a trait à la participation et à la planification de l'intégration des SER sur leur territoire :
 - a. la verticalité des politiques énergétiques, en dépit de la promotion de la décentralisation ;
 - b. l'organisation exclusivement au niveau national de réglementations institutionnelles sur l'implantation des SER et un rapport au paysage reposant sur une dimension géométrique de l'espace ;
 - c. la capacité territoriale et l'ingénierie territoriale sans l'expérience ni les méthodes nécessaires pour soutenir l'intégration des SER dans un processus de territorialisation (Rieutort, 2020).
- 3 Un tel processus repose sur la capacité territoriale des zones de montagne à produire et coproduire de l'information territoriale afin de participer à une planification locale. Celle-ci comprend plusieurs dimensions : a) la matérialité de chaque type d'énergie avec la réalité géographique (relations entre relief, habitat et terres) de chaque zone et b) l'harmonisation de l'intégration des SER dans l'espace et le paysage avec la gestion des ressources territoriales (Gauche, 2015).
- 4 Un facteur déterminant se situe entre la matérialité et la territorialisation : il s'agit de l'approche restrictive de l'intégration des SER à l'aide de critères « géométriques » qui sont promus dans le cadre institutionnel au niveau national. Celui-ci ne prend pas en compte les perspectives induites par l'exploitation des ressources territoriales. Par conséquent, elle néglige les nouveaux besoins de régulation locale. Les contraintes imposées par la relation entre l'installation des SER et le point d'intérêt ne tiennent pas compte de la position de ce dernier dans un espace environnant que la communauté locale définit comme un « lieu d'intérêt territorial ». Par conséquent, les relations et les liens développés entre les fonctions existantes et/ou potentielles et les composantes matérielles et immatérielles des ressources ne sont pas pris en compte à l'échelle de tels lieux.
- 5 On comprend ainsi que ce souci d'harmonisation dans l'intégration des SER avec le processus de développement territorial doit prendre en compte les lieux compris dans un processus de territorialisation par les communautés locales. En intégrant les ressources territoriales, cette transition modifie la nature et les dimensions des interfaces entre les impacts des SER (installation, intégration dans le paysage) et les lieux d'intérêt, pouvant déterminer le champ d'un nouveau cadre réglementaire de planification (relation lieu-ressource-fonction) (Dériz, 2004 ; Grasset *et al.*, 2006). Il peut également contribuer à l'élargissement de la définition des potentialités des SER, limitées par le cadre institutionnel.
- 6 Tout ce processus d'harmonisation de l'intégration des SER révèle la nécessité de la participation des communautés locales à la planification : tant sur le plan de la gestion que de l'exploitation des ressources territoriales. En outre, ces communautés locales constituent la base d'un système d'information « territoriale » - on parle ici d'un capital

territorial - généré par des outils de géovisualisation (Labussiere et Nadaï, 2014 ; Yingjie *et al.*, 2015).

- 7 La production, la gestion et le traitement de l'information territoriale pour un tel système peuvent envisagés grâce un enchaînement méthodologique interactif (Lopez-Uroz, 2012). Les méthodes participatives, avec l'utilisation des systèmes d'information géographique pour la participation publique (SIGPP) et des représentations 3D dans les domaines de la géo-informatique, peuvent créer un environnement interactif à cet effet en stimulant la participation des acteurs. Dans de tels processus, la mise en œuvre des méthodes 3D et SIGPP agit comme un « langage » commun de communication entre les chercheurs, les résidents et les organisations. Ainsi, elle améliore le dialogue et le consensus entre les partenaires, contribuant ainsi à la coproduction d'une information territoriale, à la spatialisation des fonctions et des composantes des ressources ainsi qu'à une évaluation plus objective des impacts des SER (Appleton et Lovett, 2005 ; Judge et Harrie, 2020 ; Onitsuka *et al.*, 2018).
- 8 L'ensemble de l'approche méthodologique comprend des informations territoriales dans la planification de questions spatiales complexes, comme l'intégration des SER dans les zones montagneuses (Goussios *et al.*, 2012). Ce processus renouvelle en fin de compte la planification participative interactive dans un domaine où la politique des SER, conçue de manière centralisée, rencontre la dynamique ascendante de la territorialisation. (Yu *et al.*, 2020; Lovett *et al.* 2015)

Matériaux et méthodologie

- 9 Le double objectif de cette approche, qui s'intéresse à la relation entre les SER, le paysage et les ressources territoriales dans les régions montagneuses avec la participation active des acteurs locaux, a déterminé l'organisation de l'enchaînement méthodologique. Celle-ci comprend l'outil 3D de participation publique (3D et SIGPP) qui contribue à améliorer le dialogue entre les experts et les résidents des zones de montagne en ce qui a trait à l'emplacement des SER. La méthodologie proposée combine la visualisation du paysage, les visites virtuelles interactives et l'utilisation, le traitement et l'analyse des systèmes d'information.
- 10 Pour une mise en œuvre efficace des représentations 3D par les résidents, une attention particulière a été accordée à deux facteurs :
 - La combinaison d'outils, de SIG (Systèmes d'information géographique), de télédétection et de graphiques d'animation 3D pour la représentation interactive des nouveaux paysages créés par l'installation de RES. Celle-ci fait appel aux fonctions de base du SIGPP et 3D telles que : la visualisation réaliste de l'espace, les survols sous différents angles de vue, l'addition-soustraction immédiate d'informations, ainsi que la possibilité d'enregistrer en temps réel.
 - La possibilité d'alterner entre des informations situées à plusieurs échelles. La capacité du modèle 3D à présenter des informations relatives et liées aux différentes échelles de recherche a ainsi été utilisée. Il s'agit essentiellement de réaliser une transition entre des parcelles de terrain et des échelles globales.
- 11 De ce fait, plusieurs niveaux d'observation sont mobilisés :
 - Une grande échelle où se croisent à la fois l'exploitation du potentiel énergétique, les contraintes du cadre institutionnel (habitations, paysages, etc.) et la répartition des infrastructures.

- Une échelle moyenne où sont étudiées les limites de portée et les zones d'impact des infrastructures des SER sur le paysage des sites multifonctionnels et leurs ressources.
 - Une petite échelle où l'on cherche à ajuster les relations entre les SER et les ressources territoriales, en raison de la diversité de situations rencontrées pour ces sites de montagne.
- 12 La tentative d'identification spatiale de l'impact des installations des SER a été rendue possible grâce aux zones d'interface entre les installations des SER, appréhendées comme un ensemble d'infrastructures et de systèmes de production d'énergie qui impactent le paysage et requièrent un certain espace. De plus, cette évaluation des impacts a été envisageable grâce aux sites multifonctionnels où émergent des dynamiques d'appropriation et de territorialisation.
- 13 Un lieu est défini comme une unité géographique distincte qui comprend des éléments matériels et immatériels de ressources présentes, potentielles ou cachées. Un lieu d'intérêt territorial est caractérisé par l'existence de fonctions associables aux activités économiques. Pour évaluer l'impact sur les lieux, on introduit le terme d'impact convergent, défini comme la vision simultanée de plusieurs éoliennes et parcs éoliens. Les consultations comprennent des personnes de la région du système territorial (représentants élus, entrepreneurs, secteur social). Des représentants des collectivités locales, des agriculteurs, des organisations culturelles et environnementales, des élus et des entreprises de développement y ont participé. Cet enchaînement méthodologique a été mis en œuvre pour l'étude de cas de deux zones de montagne présentées ci-dessous.

Transition énergétique dans les zones de montagne : le cas de la Grèce et de Chypre

- 14 Les zones montagneuses (fig. 1) analysées pour cette étude de cas concernent deux installations de SER. Le premier cas s'appuie sur des recherches menées sur le Mont Othrys (municipalité d'Almyros, en Grèce) en 2013¹, puis actualisées en 2020. L'objectif était de concevoir et de mettre en œuvre des scénarios concernant l'acceptation sociale de l'installation des SER. Le but de la seconde étude, menée en 2019, était d'identifier le choix le plus adapté pour l'implantation des SER dans la région montagneuse de Troodos (Chypre). Ces régions méditerranéennes de montagne possèdent des géographies et un potentiel pour les SER sensiblement différents. Troodos est densément peuplée, voisine de deux grands centres urbains (Nicosie et Limassol). Elle est en outre caractérisée par une présence accrue de résidences secondaires. L'intérêt pour les SER concerne principalement l'énergie solaire. D'autre part, le Mont Othrys est peu peuplé, malgré sa richesse en ressources naturelles. Il compte un grand village en déclin dans son centre, entouré de cinq autres villages plus petits et situés vers les plaines, qui montrent tous des signes de diminution de l'activité humaine. Les producteurs présents dans cette région se consacrent à la culture d'herbes aromatiques, et à l'élevage. On peut aussi noter l'importance des activités récréatives (plutôt que touristiques) avec la présence de sentiers, grottes, monastères, jardins botaniques, etc. Dans les deux régions, l'implantation des SER est évaluée en fonction de la matérialité, des conditions fixées par le cadre institutionnel national et de l'importance accordée par la communauté locale aux lieux et aux paysages qui confèrent une valeur aux ressources territoriales.

Fig. 1. Zones d'étude de cas

Othrys – Almyros

- 15 Fruit d'une politique de subventions, l'exploitation du potentiel éolien a commencé en 2006 (19 éoliennes [WT : *wind turbines*] avec une capacité de 17 MW).
- 16 La carte suivante montre les zones (fig. 2) caractérisées par une capacité de vent supérieure à 5 m/s. Actuellement, 13 parcs éoliens (WF : *wind farms*) (89 WT, 320,25 MW) sont en cours d'approbation. Ce développement montre une expansion notable de l'énergie éolienne. En effet, la hauteur des mâts est de plus en plus importante (de 55 à 166 m), tout comme la capacité de production d'énergie électrique d'une éolienne (de 0,85 MW en 2006 à 6 MW aujourd'hui) et le nombre d'installations.

Fig. 2. Potentiel éolien dans la région d'Othrys

- 17 La région dispose d'un réseau routier pavé limité mais, en raison du pâturage, elle possède un réseau dense de routes de campagne et forestières. L'accès aux sites d'installation est relativement simple en raison d'un relief doux. L'absence de réseaux et de sous-stations adaptés ne favorise pas l'installation de petites unités de SER et explique en partie la tendance à l'expansion. La responsabilité de la construction de nouveaux réseaux de raccordement incombant à l'investisseur, il s'avère que seules les grandes unités de SER peuvent en être dotées.

Consultation et résultats

- 18 Le fort intérêt pour les investissements dans les SER, associé à la tendance à l'augmentation de la taille des éoliennes et du nombre de parcs éoliens, explique la crainte croissante d'un nouvel impact de ces installations sur le paysage (fig. 3).

Fig. 3. Impact visuel des éoliennes dans la région Othrys (2006-2021)

- 19 Dans le cas d'Othrys, la concertation a porté sur l'interdépendance entre la zone au potentiel éolien et les lieux d'intérêt territorial, où la communauté locale cherche à s'approprier les ressources. L'impact visuel sur le paysage résultant de la tendance à l'expansion des parcs éoliens de la région a été étudié sur la base du cadre institutionnel national pour l'implantation des SER (règles concernant la densité des installations et la protection du paysage).
- 20 On a d'abord déterminé les limites des zones d'intérêt pour la communauté locale, puis les lieux à haute valeur territoriale (lieux ensoleillés, terroirs de plantes aromatiques, etc.) à l'intérieur de ces limites. Sur la base de la répartition des ressources potentielles dans la zone, deux cas de figure se sont dégagés :
 - a. Les lieux-terroirs pour la production agricole de produits de renom : viande, herbes aromatiques, thé, etc. L'élevage pastoral et biologique dans les communautés d'Anavra, Vrimenta, etc.
 - b. Lieux récréatifs/touristiques : tourisme alternatif (nature, alpinisme, éducation, etc.), jardins botaniques, monastères, etc. à Prosilia, Tsatali, Tsairaki, etc.).
- 21 En réalité, ces lieux revêtent une importance locale particulière et présentent de multiples fonctions et usages, ainsi qu'une base de ressources spécifiques. Par ailleurs, la zone d'interface entre les sites du parc et les lieux d'intérêt territorial a été établie. Celle-ci est déterminée en fonction de l'impact visuel, des distances et du relief. Ont été pris en compte : la distance de visibilité et la répartition des parcs éoliens, une distance de 5 km et un impact visuel ne dépassant pas 20 % du champ de vision. (fig. 4 et fig. 5).

Fig. 4. Zone de visibilité des parcs éoliens (en bleu) à partir d'une distance de 5 km

Fig. 5. Évaluation des points de vue depuis les lieux d'intérêt touristique d'Othrys

- 22 L'impact futur sur les paysages résultant d'un triplement de la hauteur des éoliennes a été évalué à grande échelle (fig. 6). Afin d'évaluer cet impact, deux indicateurs d'impact ont été pris en compte :
- 23 a) la visibilité et l'impact visuel : il s'agit du niveau de visibilité et de sa diminution progressive, en fonction de la hauteur de chaque mât. Bien que la zone occupée par les terroirs ne soit que faiblement affectée, 75 % de la zone d'activités récréatives et touristiques se trouve dans la zone de 3 km (fig. 7).

Fig. 6. Intégration virtuelle des éoliennes dans le paysage d'Othrys

Fig. 7. Niveau de visibilité des éoliennes, à partir d'une distance de 3, 4, 5 et 6 km

b) évaluation des points de vue depuis la zone d'activités touristiques d'Othrys (fig. 5) Trois sites importants – points d'intérêt – ont été évalués². Cette méthode évalue la limitation globale du champ de vision à partir des trois points d'intérêt susmentionnés, en trois zones d'impact. Ces points d'intérêt correspondent à trois sites touristiques.

- 24 Cet exemple illustre le fait qu'une approche localisée de l'évaluation de l'impact visuel (points d'intérêt pour la communauté locale) des SER ne fait pas obstacle à l'installation des SER (< 20 % d'impact visuel).
- 25 La combinaison des deux principaux indicateurs (impact sur la visibilité et évaluation des points de vue) aide à la communauté locale à adopter une approche plus objective et plus complète de l'impact des SER. Ayant déjà créé les zones d'impact sur la visibilité en raison de la tendance à la hausse de la taille et du développement (envisagé) de l'énergie éolienne dans la région (fig. 7), elle présente le seuil d'impact de l'installation des SER et montre que celui-ci décroît progressivement. Ensuite, le deuxième critère évalue les impacts sur les lieux d'intérêt touristique, tels que spécifiés par la consultation locale. Cependant, sachant que dans ce processus, ces points sont intégrés dans un ensemble plus large de lieux d'intérêt, la collectivité locale les aborde et les évalue comme des éléments de fonctions et de composantes des ressources territoriales. Dans ce contexte, la rencontre de la communauté locale et des experts dans un environnement 3D a permis la co-production des informations nécessaires et la recherche de solutions à petite échelle. L'exemple de l'installation sur le site de « Prosilia », un lieu d'intérêt territorial, révèle qu'il existe des solutions à une très petite échelle pour remédier à l'impact visuel. La simulation d'une zone dans un environnement 3D (fig. 8), (combinaison des aspects horizontaux et verticaux du champ de vision du terrain en direction des parcs éoliens) permet d'identifier les sites d'installation ou les « murs végétalisés » (*natural screening*) adaptés. En outre, les participants à la consultation ont déterminé que les éléments matériels des ressources

sont davantage liés aux activités de la nature qu'aux fonctions intégrées au paysage. Cette constatation a mis en évidence les différents rapports de dépendance vis-à-vis des paysages environnants, en particulier pour les villages.

Fig. 8. Recherche du site d'installation en dehors du champ de vision du parc éolien

Troodos

- 26 L'acceptation par la communauté locale de la nécessité de la transition énergétique dans les montagnes de Chypre est principalement le résultat du coût élevé de l'électricité et de la difficulté d'accès à cette ressource tant pour les ménages et que pour les entreprises. La dernière décennie a mis en lumière la prédominance d'installations photovoltaïques à petite échelle, en raison de contraintes environnementales et techniques (réseau d'interconnexion inadéquat). Il faut aussi souligner que cette faculté à mettre en place des installations photovoltaïques a été facilitée par une petite propriété foncière dispersée (impossibilité d'expansion).

Fig. 9. Répartition géographique des installations des SER d'une capacité > 20kWp jusqu'en 2017.

Consultation et résultats

- 27 La zone sert de base pour des installations photovoltaïques et est appréhendée à travers les principales configurations spatiales suivantes : la montagne en tant qu'unité géographique, les vallées en tant qu'unité spatiale avec une zone d'habitation dense, une activité intense et un paysage attractif et enfin, les échelles globales d'intervention (villages, zones, terroirs, etc.). C'est à cette échelle que se pose la question des choix individuels (propriété familiale, morcellement et multiplicité des propriétaires fonciers) et des choix collectifs quant à l'implantation des installations photovoltaïques.

La région de Troodos

- 28 La région est l'échelon auquel se croisent le cadre institutionnel régissant les SER, les structures spatiales propres à la montagne et les objectifs de la SNDCMC³. La configuration cartographique finale des sites d'installation de panneaux photovoltaïques (PV) a été déterminée en fonction des contraintes institutionnelles. En mettant l'accent sur l'intégration dans le paysage (la visibilité), elle a été utilisée comme modèle afin de tenter d'incorporer divers critères pour l'implantation des installations de PV à Troodos.
- 29 Ce critère de visibilité figurant dans le modèle multicritères prend en compte l'importance, reconnue par la SNDCMC, du lien étroit entre les ressources locales et le paysage. Il répond en outre à la nécessité d'accompagner l'implantation de sites de PV de mesures visant à contrer la dégradation du caractère traditionnel du paysage.
- 30 Un rayon de 3 km à partir du principal réseau routier a été déterminé : il représente la zone d'exclusion des installations de PV. Cela nécessite d'identifier les points de vue visibles depuis le réseau routier principal pour ainsi les exclure des sites d'implantation

des installations photovoltaïques. L'adoption de cette limite a pris en compte : a) la littérature (Katsaprakakis, 2012) indiquant qu'une distance de 2 à 5 km représente la limite au-delà de laquelle la visibilité d'un objet situé dans le paysage diminue, b) la géomorphologie de la zone et la spécificité des modes de vie dans les petites vallées densément peuplées, et c) le choix des habitants. La carte ci-contre montre les zones potentielles d'implantation des PV à Troodos (fig. 10) ; elles coïncident en grande partie avec les limites géographiques des vallées.

Fig. 10. Zones possibles d'implantation des PV à Troodos

Les vallées

- 31 Leur importance pour l'implantation de sites de PV est liée à deux facteurs :
 - a. Leurs limites géographiques sont le point de rencontre d'un fort sentiment local d'identité et d'appartenance, et de ressources liées à l'agroalimentaire, à la transformation et à des éléments importants du patrimoine naturel et culturel.
 - b. La géomorphologie et l'organisation spatiale des vallées créent des conditions d'observation particulières. L'entrée de ces vallées donne l'impression d'une forte densité d'objets situés de manière continue et successive sur ses versants (saturation visuelle).

Fig. 11. Mise en œuvre du critère de visibilité de 3 km sur les sites potentiels d'installation photovoltaïque dans la vallée de Solea.

- 32 La réduction de l'impact visuel avec la suppression des surfaces visibles est donc perceptible à l'échelle de la vallée (fig. 11). Les surfaces non visibles représentent en définitive les sites potentiels d'installation photovoltaïque. La géomorphologie des vallées et leurs inclinaisons déterminent la répartition finale et la concentration de ces sites dans des zones distinctes. Ces zones semblent se former sur les points les plus élevés de la pente ouest des vallées (fig. 12). Dans le cas de la vallée de Solia, cette zone d'implantation potentielle des PV est harmonieusement intégrée dans son organisation spatiale. En effet, elle est située au-dessus (à l'ouest) du village de Kalianas et est adjacente à la zone agricole la plus vaste. Elle s'étend sur le fond de la vallée où se trouvent les villages et où se trouvent la rivière ainsi que le principal réseau routier. Cette zone comprend des chemins, des habitations traditionnelles, des monuments, des terrasses, etc. La carte ci-contre (fig. 13) illustre, de manière plus détaillée, la proximité voire le chevauchement de la zone de PV avec l'activité oléicole de Solia.

Fig. 12. Zones potentielles d'installation PV

Fig. 13. Zone de PV et autres activités autour du village de Kaliana (Chypre)

Interventions à plus petite échelle

- 33 L'utilisation de représentations spatiales et la possibilité de changer d'échelle (environnement 3D), en passant de la vallée à celle d'une zone d'installation de PV a permis à la consultation de se concentrer sur les questions relatives aux plus petites

échelles (structures foncières, plans locaux, recherche d'écarts par rapport au rayon de 3 km). À cet égard, les simulations ont contribué à l'étude des moyens pour a) réduire l'impact sur le paysage lorsque le terrain permet la mise en place à petite échelle de *natural screening* (fig.14), garantir l'absence de nuisances visuelles des installations de PV depuis le village, trouver la densité optimale des installations de PV dans un des champs d'oliviers ou pour un paysage de grande valeur comme celui des terrasses et b) trouver des solutions collectives aux coûts de raccordement élevés, etc.

Fig. 14. Scénario d'identification de la visibilité des PV et scénario avec un *natural screening*

- 34 Il est apparu que l'engagement des participants dans un environnement 3D favorise la recherche de solutions à diverses situations de tension, en ce qui a trait à des échelles inférieures, où les contraintes institutionnelles, les actions proposées par la SNDCCMC et les nouvelles perspectives territoriales (exploitation du terroir)⁴ sont simultanément impliquées.
- 35 L'apport de cet ensemble méthodologique est manifeste, dans la mesure où il améliore le passage à des lieux de différentes échelles. C'est-à-dire, du niveau de la propriété individuelle et de la prise de décision jusqu'à un niveau plus global de la vallée et de Troodos. C'est à cette échelle globale que se situe l'infrastructure productrice d'énergie, une infrastructure elle-même imbriquée dans un processus de prise de décision collective ayant trait à l'utilisation de biens communs et à l'exploitation de la multifonctionnalité des lieux.

Discussion

- 36 Le cadre institutionnel, les politiques, le potentiel énergétique et les nouvelles technologies définissent étroitement l'implantation, la répartition, la taille et la densité des installations de SER. Dans ce contexte de transition énergétique, le rôle de la *matérialité* (réseau de raccordement, stockage d'énergie) semble encore être un facteur

déterminant dans l'évolution de cette question dans les zones montagneuses. En revanche, les structures propres aux zones de montagne (habitat, relations foncières, réseau d'expatriés, etc.) et les nouvelles perspectives qui découlent d'une approche territoriale du développement sont très peu prises en compte dans la conception de cette transition. Il semblerait que la justice distributive et procédurale néglige le fait que la planification participative locale puisse également contribuer à une intégration durable et consensuelle des SER dans les zones où elles sont développées.

- 37 Cette approche méthodologique a tenté d'introduire la composante territoriale dans la discussion autour de l'implantation et des impacts visuels des unités de SER dans les espaces montagneux, ce qui a été rendu possible grâce aux outils de visualisation interactifs dans les deux zones observées. La dimension territoriale offre de nouvelles perspectives en mettant en évidence des fonctions, pour l'économie locale, comprises dans la relation paysage-ressource. Cette approche met en lumière la différence entre la perception formelle et restrictive de l'espace (cadre institutionnel). On peut parler d'un paysage sur lequel figurent des points-lieux d'intérêt ainsi que des lieux d'intérêt territorial soumis par les communautés locales. En montagne, ces lieux comprennent des vallées, des petits plateaux valorisables pour le tourisme et les terroirs, etc. que les communautés locales prennent en compte dans leur vision de la territorialité. Dans un tel cadre, la méthodologie de géovisualisation assume le rôle de « médiateur » entre les SER et la construction territoriale lorsqu'elle contribue à la production et/ou à la coproduction d'informations territoriales.
- 38 La mise en évidence des ressources matérielles et immatérielles au sein de l'espace-paysage est à l'origine de la production d'information territoriale. Il s'agit d'une information à petite échelle, souvent implicite, mais nécessaire à la planification territoriale. L'ensemble du processus de visualisation et de navigation dans un environnement virtuel permet aux acteurs de déterminer, à travers leurs expériences et leurs projets d'aménagement du territoire, la relation entre les éléments matériels et immatériels en tant que composantes d'une ou plusieurs ressources.
- 39 Cette relation est importante, car elle apporte de la valeur et garantit l'ancrage des fonctions anciennes ou nouvelles dans des lieux spécifiques. Ce lieu est incorporé dans un lieu en tant que partie d'un ensemble de fonctions avec des ancrages forts et des idiosyncrasies qui peuvent être intégrées dans des activités et des services basés sur la planification locale.
- 40 Puisque ce parcours méthodologique explore et révèle les liens entre les éléments et le lieu, il constitue un socle de réflexion pour que la communauté locale évalue les risques potentiels pour le territoire que représente la transition énergétique. On pense ici à l'impact sur le paysage des éoliennes et/ou à la concurrence foncière (terroirs, terrasses). Dans les faits, il s'agit d'intégrer ces informations territoriales dans la relation spatiale entre les SER, les paysages et les ressources. Cette intégration conduit à l'élargissement de l'objet de protection, du point-lieu adopté par le cadre institutionnel des SER, à celui de point-lieu défini par l'approche territoriale. En d'autres termes, il s'agit du passage de l'impact sur le paysage à l'impact sur le lieu et ses fonctions existantes ou potentielles. Cela signifie que la méthodologie contribue à l'évaluation de l'impact causé par la visibilité simultanée et la densité réelle, ou apparente en raison du relief, des installations, tout en se concentrant sur le lieu, les fonctions (par exemple, les terrasses, les activités récréatives en nature), les utilisations du sol ainsi que les structures et relations foncières.

- 41 Ce processus d'approche bidirectionnelle de la relation entre les SER et les lieux dans l'espace produit le besoin de transitions continues entre les environnements spatiaux définis par les différentes échelles, les angles de vue des observateurs, l'objet regardé, etc. Ils fournissent des informations de nature territoriale telles que la dépendance de la ressource à un paysage, comme des éléments matériels (chemins, forêt, troupeaux, etc.) et/ou immatériels (patrimoine, pratiques, etc.). La géovisualisation facilite les déplacements virtuels entre ces différents contextes spatiaux.
- 42 L'identification des interfaces entre les ressources et les SER constitue une étape décisive pour la rencontre-négociation des plans territoriaux de la communauté locale au sujet des impacts visuels et spatiaux des installations des SER. C'est à cet égard que la méthodologie interactive est appelée à jouer un rôle central. La recherche montre que ces interfaces sont déterminées par deux facteurs : l'impact visuel et la répartition des installations sur le territoire (concurrence pour l'usage du sol). D'autre part, en termes de ressources territoriales, la mise en évidence de la relation entre le point de localisation et les liens matériels et immatériels entre les fonctions et les ressources, à l'échelle plus large du lieu, par le biais du SIGP 3D, nous permet de redéfinir les dimensions de l'objet de protection dans l'espace (du point d'intérêt au lieu d'intérêt). Cette approche, via des interfaces combinant la 3D et les SIGPP avec des informations territoriales, soutient une planification participative interactive (Yu *et al.*, 2020) et la spécialisation des plans locaux en termes de réglementation de la relation spatiale entre les SER-paysages-ressources (utilisations des sols, zones, etc.). Elle permet également d'élargir l'approche spatiogéométrique actuelle et donc de définir la capacité énergétique des SER.

Conclusion

- 43 Cette proposition d'une approche objective des SER dans les espaces de montagne a été activement soutenue par le rôle multidimensionnel de l'ensemble méthodologique mise en œuvre. Ce rôle ne s'est pas limité aux questions techniques (circulation et transposition bidirectionnelle de l'information à différentes échelles, adaptation de la représentation numérique aux besoins en temps réel de la concertation). Il a également agi comme un système d'information territoriale ascendant qui génère une identité territoriale et enrichit la compréhension et l'ingénierie territoriales. En outre, il est apparu que les capacités techniques mentionnées ci-dessus agissent en synergie avec la diversité des situations offertes par les montagnes du fait de la géomorphologie, de l'habitat, des usages et des dynamiques territoriales. Enfin, l'intégration consensuelle d'éléments et de fonctions du patrimoine dans l'espace virtuel a permis de reconnaître et d'inclure dans la discussion scientifique des informations territoriales implicites. Le résultat représente une contribution au processus d'appropriation des ressources et de territorialisation. Il participe aussi à la formulation de réglementations locales concernant la relation entre les ressources, le paysage et les SER.
- 44 L'ensemble du processus de visualisation et de navigation dans un environnement virtuel renforce le statut des communautés de montagne. Ces dernières participent à un processus de co-construction de territorialisation de la transition énergétique. Il améliore ainsi la capacité des acteurs locaux à générer des plans locaux spécialisés, contribuant ainsi au renouvellement de la planification en termes de relation spatiale entre les SER, le paysage et les ressources territoriales. Enfin, cette méthodologie

participe à une mutualisation plus efficace des connaissances et des actions dans les espaces montagneux et renforce la compétence territoriale.

- 45 Cette réalité participe à l'objectivation de nouvelles questions comme celles qui cherchent à associer passé et futur dans une perspective spatiale (patrimoine et SER). Elle contribue également à un domaine où se croisent les perceptions et les exigences d'interventions régulatrices issues de deux forces : l'une découlant de dynamiques sous-jacentes à la territorialisation et l'autre imposée par la politique des SER conçue de manière centralisée.

BIBLIOGRAPHIE

Appleton K., Lovett A., 2005.- « GIS-based visualisation of development proposals: reactions from planning and related professionals », dans *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 29, p. 321-339.

Brenner N., Jessop B., Jones M., Macleod R., 2003.- *State/Space: A Reader*, Blackwell, Oxford.

Dérior P., 2004.- « Le paysage, une ressource territoriale emblématique mais ambiguë », dans *Montagnes méditerranéennes*, pp. 155-163. En ligne : halshs-00180493.

Fortin M.J., 2008.- « Paysage et développement : du territoire de production au territoire habité », dans G. Massicotte (dir.), *Sciences du territoire. Perspectives québécoises*, Presses de l'université du Québec, coll. « Science régionale », p. 55-76.

Gauche E., 2015.- « Le paysage à l'épreuve de la complexité : les raisons de l'action paysagère », dans *Cybergeographie : Revue européenne de géographie / European journal of geography*, UMR 8504 Géographie-cités.

Goussios D., Mardakis P., Faraslis J., 2012.- « Support tools for choosing local strategies of spatial arrangement of the renewable energies and landscape », dans *3rd Panhellenic Conference on Urban, Regional Planning and Regional Development*, Greece.

Goussios D., 2019.- *National Strategy for the Development of Mountain Communities of Cyprus*, Papadouri Foundation for the Republic of Cyprus, édition : République de Chypre.

Grasset R., Looser J., Billingham M., 2006.- « Transitional interface: concept, issues and framework » IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Santa Barbara, CA, É.-U., p. 231-232. DOI : 10.1109/ISMAR.2006.297819.

Gross C., 2007.- « Community perspectives of wind energy in Australia: The application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance. » dans *Energy Policy*, vol. 35, n° 5, p. 2727-2736. DOI : 10.1016/j.enpol.2006.12.013.

Gumuchian H., Pecqueur B., 2007.- *La ressource territoriale*, Éditions Economica, p. 252.

Howard D., Richard A., Wadsworth J., Hughes N., Whitaker R., Bunce G-H., 2009.- « The impact of sustainable energy production on land use in Britain through to 2050 », dans *Land Use Policy*, n° 26S, p. S284-S292

- Judge S., Harrie L., 2020.- « Visualizing a Possible Future: Map Guidelines for a 3D Detailed Development Plan », dans *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, vol. 4, n° 7. DOI : 10.1007/s41651-020-00049-4.
- Katsaprakakis, D., 2012.- « A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete », dans *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd, vol. 16, n° 5, p. 2850-2863. DOI : 10.1016/j.rser.2012.02.041.
- Labussiere O., Nadaï, A., 2014.- « Unexpected Wind Power “Potentials”: The Art of Planning with Inherited Socio-Geographical Configurations (France) », dans *Scottish Geographical Journal*, vol. 130.
- Landel P.A., Senil N., 2009.- « Patrimoine et territoire, les nouvelles ressources du développement » dans *Développement durable et territoires*, Dossier 12. DOI : 10.4000/developpementdurable.7563.
- Lovett A., Appleton K., Warren-Kretzschmar B., Von Haaren C., 2015.- « Using 3D visualization methods in landscape planning: An evaluation of options and practical issues », dans *Landscape and Urban Planning*, vol. 142, p. 85-94.
- Lopez-Uroz A., 2012.- « L'information territoriale dans tous ses états », dans *Documentaliste-Sciences de l'Information* 2012/4, vol. 49.
- Nadaï A., Van der Horst D., 2010.- « Introduction : Landscapes of energies », dans *Landscape Research*, vol. 35, n° 2, p. 143-155, DOI : 10.1080/01426390903557543.
- Onitsuka K., Ninomiya K., Hoshino S., 2018.- « Potential of 3D Visualization for Collaborative Rural Landscape Planning with Remote Participants », dans *Sustainability*, vol. 10. DOI : <https://doi.org/10.3390/su10093059>.
- Pavlis E., 2020.- « A geographical approach on the landscape impacts from the development of a mobile phones Transceiver Station Base site. The case study of the Afalonas Village landscape at Lesvos Island (in Greek) », dans *Geographies*, n° 35.
- Peyrache-Gadeau V. et Perron L., 2010.- « Le Paysage comme ressource dans les projets de développement territorial », dans *Développement durable et territoires*, vol. 1, n° 2.
- Peyrache-Gadeau V., 2009.- « Évolutions paysagères — dynamiques territoriales et identités des territoires de montagne : exemple du Beaufortain », dans A. Berger, P. Chevalier, G. Cortes et M. Dedeire (éd.), *Héritages et trajectoires rurales en Europe*, L'harmattan, collection « Logique sociale », p. 161-186.
- Rieutort L., 2020.- « Specific territorial challenges of mountain areas in Europe », dans European Conference « Mountain areas of large Mediterranean islands: European issues, National and Regional policies and local mechanisms », 29-31 janvier 2020, Troodos Cyprus.
- Yingjie H., Zhenhua L., Jianping W., Krzysztof J., Xizhi Z., Bailang Y., 2015.- « A multistage collaborative 3D GIS to support public participation », dans *International Journal of Digital Earth*, 8:3, p. 212-234. DOI : 10.1080/17538947.2013.866172.
- Yu L., Zhang X., He F., Liu Y., Wang D., 2020.- « Participatory Rural Spatial Planning Based on a Virtual Globe-Based 3D PGIS », dans *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 9, n° 12, p. 763. DOI : <https://doi.org/10.3390/ijgi9120763>.

NOTES

1. Programme européen ENERSCAPE (2013).
2. Cadre institutionnel national pour l'implantation des SER (2008).
3. Stratégie nationale pour le développement des communautés de montagne de Chypre.
4. La SNDCMC appréhende positivement les SER, à condition qu'elles s'intègrent harmonieusement dans le paysage et qu'elles contribuent à l'amélioration des conditions de vie et de production de la population locale.

RÉSUMÉS

Harmoniser la transition énergétique à travers le processus de développement territorial représente un défi important pour les communautés locales en zones montagneuses. Ce souci d'harmonisation de l'intégration des SER (Sources d'énergie renouvelable) doit échapper à l'approche restrictive, géométrique et « ponctuelle » de la réglementation de la relation entre les SER et paysage, et appréhender les lieux compris dans un processus de territorialisation des communautés locales. En intégrant les fonctions et les ressources territoriales, cette transition modifie la nature et la dimension des interfaces entre les impacts des SER (paysage, territoire) et les lieux d'intérêt. En conséquence, elle peut déterminer les champs d'un nouveau cadre réglementaire pour la planification (relation lieu-ressource-fonction). Elle peut également contribuer à l'élargissement de la définition de la capacité énergétique des SER, limitée par le cadre institutionnel.

Tout ce processus d'harmonisation de l'intégration des SER révèle la nécessité de la participation des communautés locales à la planification : en tant que gestionnaires des ressources territoriales d'une part et en tant que productrices d'un système d'information « territoriale » d'autre part, à l'aide de la géovisualisation. L'ensemble du processus méthodologique incorpore des informations territoriales dans la planification de questions spatiales complexes, telle que l'intégration des SER dans les zones montagneuses. Ainsi, un tel processus renouvelle les questionnements quant à la planification participative interactive dans un domaine où la politique des SER, conçue de manière centralisée, rencontre la dynamique ascendante (dite *bottom-up*) de la territorialisation.

Harmonising energy transition with the process of territorial development represents a substantial challenge for local mountain communities. This effort to harmonize RES (renewable energy sources) integration must escape the restrictive geometric and “point” approach to regulating the relationship between RES and landscape, and incorporate places included in the process of territorialisation by local communities. By incorporating functions and territorial resources, this transition modifies the nature and dimensions of the interfaces between the impacts of RES (landscape, land) and places of interest. As a result, it can determine the fields of a new regulatory framework for planning (location-resource-function-relationship). It can also contribute to the expansion of the definition of RES carrying capacity, which is constrained by the institutional framework.

This whole process of harmonising RES integration reveals the need for local community participation in planning: as managers of territorial resources and as a source for a “territorial” information system through geo-visualisation. The whole methodological process incorporates

territorial information in the planning of complex spatial issues, such as the integration of RES in territorial mountain areas. This process ultimately renews interactive participatory planning in a field where centrally—designed RES policy meets the bottom-up dynamics of territorialisation.

INDEX

Keywords : RES, Planning, Territorial resources, geo-visualisation, mountain areas

Mots-clés : SER, planification, ressources territoriales, géovisualisation, zones montagneuses

AUTEURS

DIMITRIOS GOUSSIOS

Professeur, Université de Thessalie, Département de planification et de développement régional

IOANNIS FARASLIS

Enseignant, Université de Thessalie, Département des sciences environnementales

PRODROMOS MARDAKIS

Enseignant, Université de Thessalie, Département de planification et de développement régional.