Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 10, n°3 | Décembre 2019

Objets techniques et cycle hydrosocial/Foncier rural
en Méditerranée

Dispositifs techniques de la micro-hydroélectricité et reconfiguration d'un territoire touristique de haute montagne (région de l'Everest, Népal)

*Micro-hydroelectricity Technical Devices and Reconfigurations of a High
Mountain Tourist Area (Everest Region, Nepal)*

Véronique André-Lamat et Isabelle Sacareau

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/16190>

DOI : 10.4000/developpementdurable.16190

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Référence électronique

Véronique André-Lamat et Isabelle Sacareau, « Dispositifs techniques de la micro-hydroélectricité et reconfiguration d'un territoire touristique de haute montagne (région de l'Everest, Népal) », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 10, n°3 | Décembre 2019, mis en ligne le 20 décembre 2019, consulté le 14 avril 2020. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/16190> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16190>

Ce document a été généré automatiquement le 14 avril 2020.

Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Dispositifs techniques de la micro-hydroélectricité et reconfiguration d'un territoire touristique de haute montagne (région de l'Everest, Népal)

Micro-hydroelectricity Technical Devices and Reconfigurations of a High Mountain Tourist Area (Everest Region, Nepal)

Véronique André-Lamat et Isabelle Sacareau

- 1 La transformation de l'eau en énergie électrique distribuée passe par un ensemble d'objets techniques (barrages et retenues d'eau, canaux d'amenée et conduites forcées, turbines et transformateurs électriques, fils électriques, ampoules et appareils électriques, compteurs) qui sont l'expression d'une co-construction entre la nature et les sociétés (Budds et Linton, 2014) et dont les réseaux s'inscrivent plus ou moins visiblement dans le paysage. La mise en place par les sociétés d'une chaîne d'objets afin d'utiliser la force motrice de l'eau construit des territoires énergétiques particuliers, révélateurs des conditions socio-économiques, politiques et historiques dans lesquelles la société les a mis en place. Mais ils sont aussi l'expression de nouveaux modes d'organisation des rapports sociaux et des rapports des sociétés à leur environnement que des dispositifs techniques contribuent à reconfigurer. En effet, « *les objets techniques définissent dans leur configuration une certaine répartition du monde physique et social, attribuent des rôles à certains types d'acteurs – humains et non humains – en excluent d'autres, autorisent certains modes de relation entre ces différents acteurs, etc.* » (Akrich, 1987, p. 49). Les dispositifs hydrotechniques, combinant un ensemble d'objets techniques sur lesquels repose l'exploitation de la force motrice de l'eau, peuvent dès lors être considérés comme des révélateurs du monde social, naturel et économique, voire politique, dans lequel ils s'inscrivent et qu'ils contribuent à faire fonctionner (Akrich, 1989, p. 33). Ainsi la transformation de l'eau source en ressource (Bertrand, 2000)

s'appuie-t-elle à la fois sur le monde naturel, à travers la disponibilité de l'eau, sa variabilité et les conditions topographiques commandant la mise en place des infrastructures hydroénergétiques ; sur le monde économique, par la nature et le montant des investissements financiers et techniques consentis pour leur installation et leur maintenance ; sur le monde social, à travers les besoins exprimés par la société à un moment donné et les conditions d'accès à la ressource des individus ou groupes de population. Elle concerne enfin le politique, par le jeu des acteurs publics et privés participant au développement, à la maîtrise et à la gestion des infrastructures comme à la distribution de l'énergie (Blanchon, 2008). Dans la région touristique de l'Everest, l'apparition de la micro-hydroélectricité, à la fin des années 1980, constitue une des innovations techniques les plus importantes depuis ces 25 dernières années (Jacquemet, 2018 ; Puschiasis, 2015). Il s'agit dans cet article d'analyser son rôle dans la recomposition du cycle hydrosocial et dans les reconfigurations territoriales qu'elle suscite.

- 2 Le chemin de trek qui mène au camp de base de l'Everest, au sein du Parc national de Sagarmatha, concentre l'essentiel de l'habitat et des flux d'hommes et de marchandises. La population sherpa qui occupe majoritairement ce territoire (62 % dans le Khumbu, Jacquemet, 2018) vit aujourd'hui principalement de l'économie touristique liée au trekking et aux expéditions, et des activités agropastorales associées. Le développement du tourisme à partir des années 1980 s'est accompagné de besoins croissants en énergie (Salerno *et al.*, 2010), majoritairement satisfaits par les microcentrales hydroélectriques implantées dans la région, depuis une vingtaine d'années. Leur introduction a bouleversé un cycle hydrosocial caractérisé jusque-là par l'usage d'une eau abondante et gratuite, dont la maîtrise technique était simple : une consommation domestique assurée par un prélèvement direct ou par des tuyaux dans les torrents (avec stockage ou non dans des citernes), ou encore par un réseau de fontaines publiques (André-Lamat, 2017). Cette eau, aussi utilisée pour l'arrosage des légumes de plein champ et aujourd'hui des serres maraîchères, ne constituait une force motrice que pour actionner la roue des moulins à grains et parfois des moulins à prières. L'énergie nécessaire au chauffage et à la cuisine était essentiellement fournie par le bois de chauffe prélevé dans la forêt et par les bouses de yacks ramassées dans les pâturages d'altitude. L'éclairage était assuré par de simples bougies ou lampes à kérosène.
- 3 La valorisation énergétique de la ressource en eau par la production d'électricité est désormais devenue un élément clé du développement touristique de la région, la deuxième du Népal en termes de fréquentation pour la pratique du trekking et la première pour l'himalayisme. L'accès à l'électricité a été source d'une amélioration de la qualité des hébergements touristiques, du confort matériel des habitants et de leur ouverture sur le monde, par un accès facilité aux réseaux de télécommunication. L'introduction de la micro-hydroélectricité dans le cycle hydrosocial de l'eau, en mettant en place des objets et des réseaux techniques nouveaux, a aussi produit de nouvelles configurations hydrosociales révélant « *the inseparability of the social and the physical in the production of particular hydro-social configurations* » (Bakker, 2003, Heynen *et al.*, 2005, cités par Swyngedouw, 2009, p. 56). Plus globalement, la micro-hydroélectricité reconfigure le territoire autour des nouveaux enjeux en transformant une ressource gratuite, l'eau, en un bien marchand (Calvo-Mendieta *et al.*, 2010) : l'électricité, indispensable au fonctionnement touristique de la région. Se pose alors la

question des inégalités sociales et spatiales dans l'accès à cette ressource et des limites de ce dispositif hydrotechnique dans un contexte de croissance prévisible des besoins énergétiques.

- 4 Les résultats présentés dans cet article sont issus du programme de recherche ANR-13-Senv-0005 Preshine, mené entre avril 2014 et avril 2017. Le terrain d'étude, situé entre 2 900 et 3 800 m d'altitude dans la partie amont de la Dudh Koshi, rivière prenant sa source dans le massif de l'Everest, recouvre la région du haut-Solu, du Pharak et du Khumbu, inscrits dans le Parc national de Sagarmatha et de sa *buffer zone*. L'ensemble du territoire étudié comprend une population d'environ 7 000 habitants, à laquelle s'ajoutent, lors des deux saisons touristiques de l'automne et du printemps, 43 000 touristes ainsi que leurs guides et leurs porteurs (Sacareau, 2018). Dix-sept microcentrales hydroélectriques installées sur des torrents adjacents ont été recensées sur le terrain, dont huit ont fait l'objet d'une visite et d'entretiens approfondis auprès de leurs opérateurs. Chaque système micro-hydroélectrique, de la prise d'eau à la centrale et aux territoires desservis, a été géoréférencé, caractérisé et cartographié de manière systématique. Ce travail a été complété par des entretiens semi-directifs auprès des acteurs locaux. Enfin, une enquête systématique auprès de 387 maisons ou *lodges* hébergeant les touristes a été menée dans une dizaine de villages entre Kharikhola dans le haut Solu et Thame, dans la vallée de la haute Bothe Koshi, affluent de la Dudh Koshi (figure1). Il s'agissait de préciser les usages de l'eau, les modes de consommation électrique, les réseaux d'acteurs et de financement de la micro-électricité.

Figure 1. Carte de localisation

1. Les systèmes hydroénergétiques de la micro-hydroélectricité dans la région du haut Solu-Khumbu : une chaîne d'objets techniques, de la source au consommateur

- 5 Dix-sept microcentrales permettant l'exploitation de l'énergie motrice de l'eau sont installées dans le haut Solu-Khumbu, dont 10 ont moins de 15 ans. Leur puissance très variable s'étend de 3 kW à Surkhe à 620 kW à Thame ; la puissance cumulée s'élevant à 1 184 kW. La totalité de ces microcentrales sont installées sur les torrents affluents du bassin versant de la Dudh Koshi. Cette dernière, bien alimentée en amont par les grandes surfaces englacées du massif de l'Everest, connaît un débit particulièrement puissant durant la période de mousson, de juin à septembre. Elle charrie alors une masse considérable d'alluvions et de matériaux solides qui en interdisent l'utilisation au fil de l'eau. Très encaissée par endroits, la Dudh Koshi n'est jamais utilisée par la population dont l'habitat se localise sur les versants et les terrasses alluviales qui la surplombent (Smadja *et al.*). C'est donc uniquement l'eau des petits affluents qui permet de faire fonctionner les microcentrales pour fournir l'électricité à la population. Ces torrents sont alimentés principalement par les précipitations de mousson et, pour les plus élevés en altitude, par la fonte de la neige et des glaciers (Mimeau *et al.*, 2018).
- 6 Les systèmes hydroénergétiques de la micro-hydroélectricité dans la région du haut Solu et du Khumbu peuvent se catégoriser en trois grands sous-types, du plus simple au plus élaboré, en fonction de la simplicité/complexité des objets techniques qui le composent, mais aussi de l'évolution/reconfiguration des usages de ces objets techniques dans le cycle hydrosocial.
- 7 Nous entendons ici par « système hydroénergétique » les systèmes techniques utilisant la force motrice de l'eau pour produire de l'énergie mécanique ou électrique. Le terme de dispositif technique ou hydrotechnique renvoie quant à lui à un assemblage intentionnel d'éléments hétérogènes (instruments, méthodes, actions publiques, etc.) répartis spécifiquement en fonction d'une finalité attendue (d'après Akrich, 1993).

1.1. Des systèmes hydroénergétiques élémentaires surtout développés dans les années 2000

- 8 Le système type de micro-hydroélectricité élémentaire (figure 2) peut se décrire de la manière suivante.

Figure 2. Modèle type d'un système micro-hydroélectrique

Conception et réalisation : André-Lamat, 2018

- 9 L'eau est détournée du lit du torrent ou d'un bassin naturel (prise d'eau), par différentes techniques simples : installation de grosses pierres pour dévier une partie du flux et parfois de sacs de sable afin d'assurer à la fois une forme d'étanchéité et de filtrage de l'eau, et création d'un canal d'amenée ou de dérivation à ciel ouvert plus ou moins bien cimenté qui peut être équipé d'une vanne. L'eau passe ensuite par un ou plusieurs réservoirs de retenue et de décantation, munis de systèmes de filtres rudimentaires (petites grilles, paniers, voire simples branchages), indispensables pour éviter que les buses dans lesquelles l'eau est ensuite canalisée ne se bouchent. Ces conduites, en acier ou en PVC, peuvent être légèrement surélevées, aériennes – posées sur des murettes – comme à Kharikola ou Tok Tok, enterrées ou semi-enterrées comme à Surkhe (figure 3).
- 10 L'eau atteint alors un réservoir qui domine la microcentrale et permet sa mise sous pression. Elle emprunte une conduite forcée dont la hauteur de chute, de plusieurs dizaines à centaines de mètres, lui permet de prendre de la vitesse, avant d'être projetée contre une roue à augets sous la forme d'un jet de plusieurs bars. Ces turbines (Pelton ou Francis) sont installées dans des bâtiments le plus souvent sommaires.

Figure 3. Le système de Surkhe

Conception et réalisation : André-Lamat, 2014

Source : André-Lamat, Davasse, Jacquemet, terrain avril 2014

- 11 L'eau turbinée est rejetée en aval de la microcentrale dans une conduite ou un canal d'évacuation qui rejoint la rivière principale (la Dudh Koshi ou la Bothe Koshi dans le cas de la microcentrale de Thame). L'énergie produite par la turbine est transformée en électricité et transportée par des fils électriques aériens ou enterrés jusque dans les maisons qui disposent désormais de compteurs électriques. Les fils, systématiquement enterrés sur le territoire du Parc national de Sagarmatha, sont la plupart du temps aériens sur celui des autres villages. Ils sont alors installés sur des poteaux en bois ou simplement posés sur la fourche des arbres comme à Payan. Ces petits systèmes hydroénergétiques assurent une fourniture en électricité à de très petits bassins de consommation (tableau 1). Certains villages sont parfois alimentés par deux systèmes différents. À Phakding, les habitations au nord de la Phakding Khola dépendent du système de Tok Tok, celles au sud du système de Chuserma.

1.2. Des systèmes composites : une dimension temporelle révélatrice de l'évolution du système hydrotechnique au sein du cycle hydrosocial

- 12 Tous les systèmes hydroénergétiques de microcentrales n'ont pas été créés *ex nihilo* comme à Chuserma, Tok Tok ou Thame. À Payan et à Surkhe par exemple (figure 3), des aménagements laissés à l'abandon ont été remobilisés. D'anciens canaux d'amenée d'eau destinés à des moulins, détruits ou désormais inutilisés, ont été restaurés, parfois recimentés. Le système hydrotechnique de la micro-hydroélectricité s'est surimposé à un système hydrotechnique délaissé, tout en empruntant ses prises d'eau et son réseau

préexistant de canaux, véritables traces dans le paysage d'un temps révolu du cycle hydrosocial, fondé sur d'autres usages préférentiels assignés à la force motrice de l'eau.

- 13 À Kharikhola, un système composite original a été pensé pour alimenter alternativement une microcentrale (puis deux à partir de 2016) et un moulin (figure 4). Une conduite forcée, en amont de celle de la microcentrale, descend jusqu'au moulin. Le flux d'eau n'étant pas assez puissant pour faire fonctionner conjointement les deux installations, il n'est dirigé vers le moulin que lors des heures creuses d'utilisation d'électricité de la journée. La seconde centrale installée en série, en aval de la première a été mise en service en 2016 afin de desservir de nouvelles unités d'habitations (figure 4). Elle permet de turbiner deux fois la même eau, avec un système unique de prise d'eau et d'amenée.

Figure 4. Le système de Kharikhola

Conception et réalisation : André-Lamat, 2014

Source : André-Lamat, Davasse, Jacquemet, terrain avril 2014

- 14 La centrale et le moulin qui répondent à des objectifs différents au sein du cycle hydrosocial (produire de l'électricité et moudre du grain) s'appuient ici sur un aménagement commun à l'amont du système hydroénergétique.

1.3. Du micro-barrage du système de Thade Koshi à la centrale de Thame : des systèmes hydrotechniques de plus en plus complexes pour des microcentrales de plus en plus puissantes

- 15 Deux systèmes hydroénergétiques de la micro-hydroélectricité se distinguent au sein de notre zone d'étude : celui de Thade Koshi d'une part, celui de Thamo/Thame d'autre part.
- 16 Le système de Thade Koshi traduit une technicité bien plus complexe que les précédents (figure 5) et présente une double originalité (Faulon, 2015). Il se fonde tout d'abord sur une double prise d'eau : la première pour la période hivernale d'étiage sur la Thade Koshi, la seconde pour la période de mousson sur un petit affluent, à sec l'hiver. Il s'appuie ensuite sur le seul micro-barrage recensé dans le Pharak (figure 5a), construit au niveau de la prise d'eau estivale, afin de créer un bassin de retenue (figure

5b). Durant la mousson, le barrage conçu pour être submergé par les eaux torrentielles laisse passer le flux qui dévale jusqu'à la Dudh Koshi en contrebas. La prise d'eau hivernale est alors fermée par une vanne et le système est alimenté par un torrent affluent. La conduite forcée (figure 5c) est munie de joints d'expansion pour absorber le gonflement des matériaux lié aux différences thermiques saisonnières.

Figure 5. Le système de Thade Koshi

Crédit : Faulon, 2015

- 17 Le système micro-hydroélectrique le plus ancien, le plus puissant et le plus élaboré techniquement a été installé en 1985, d'abord à Thamo puis à Thame. Il a d'emblée été pensé pour couvrir un bassin d'alimentation vaste, comprenant les villages de la vallée de la Bothe Koshi ainsi que ceux de Khumjung, Khunde et Namche Bazar, soit 874 foyers. À peine achevée, la microcentrale a été balayée par un *Glacial lake outburst flood* (GLOF). En 1994, elle est déplacée plus en amont, à 3 600 m d'altitude, dans le vallon du Hungu Khola sur un replat à l'abri des crues en contrebas du village de Thame, en rive gauche de la Thame Khola, dont les eaux alimentent la nouvelle centrale. L'eau est stockée dans un bassin de rétention de 2 000 m³. Son système de déversoir, entièrement bétonné, possède un dispositif de filtration des sédiments et matières abrasives qui pourraient obstruer le canal d'amenée à la conduite forcée ou dégrader les pales des turbines. L'approvisionnement en eau est complété par le captage de deux sources, utilisées en période de mousson, pour la pureté de leurs eaux (figure 6). Les coupures d'électricité liées à des facteurs techniques sont donc plus rares. La centrale, grâce aux différents bassins de rétention et aux captages annexes, maintient ainsi sa production d'électricité en toute saison.

Figure 6. Le système de Thame

Conception : Jacquemet

Réalisation : André-Lamart 2014 (2019)

1.4. Techno-nature, discordances des temps et cycle hydrosocial

- 18 Les systèmes hydroénergétiques de la micro-hydroélectricité, s'ils mobilisent une série d'objets techniques simples et incontournables, n'en reposent pas moins sur des cours d'eau existants. Ils produisent ainsi une techno-nature (Blanchon, 2008) où se combinent, voire interagissent, les processus naturels (variabilité du débit des cours d'eau, topographie), les effets – recherchés ou inattendus en cas de dysfonctionnement ou de détérioration – de la chaîne des objets techniques installés (micro-barrage, canaux, réservoirs, conduites, microcentrale) et les effets de la consommation d'électricité répondant – ou non – aux besoins et attentes sociales.
- 19 Deux formes de variabilité temporelle caractérisent le cycle hydrosocial dans le haut Solu-Khumbu, symbolisées par une discordance des temps de la source et de la ressource.
- 20 La première, saisonnière, concerne l'alimentation des cours d'eau. La période d'étiage a lieu en fin d'hiver et au début du printemps (de novembre à mai) alors que les besoins sont les plus importants (froid, fréquentation touristique importante au printemps). Les glaciers régulent en partie le déficit en eau des torrents qu'ils alimentent (Mimeau *et al.*, 2018). Malgré tout, les microcentrales parviennent rarement à atteindre la moitié de leur puissance installée : Tok Tok, 40 kW pour 70 installés ; Thade Koshi 40 kW pour 100 installés ou encore Chuserma, 20 kW pour 35 installés. Chaque été, en saison de mousson, d'importantes quantités de sédiments transportés par les cours d'eau dégradent des objets techniques clés comme les turbines. Quel que soit le niveau de technicité, il ne pallie pas (encore ?) ces variations saisonnières de débit, mais compose simplement avec elles.
- 21 La seconde forme de variabilité est journalière et correspond à celle de la demande en électricité, donc de la consommation des ménages et des *lodges*. Ces derniers ont tous besoin d'électricité au même moment, soit tôt le matin, soit à partir de 17 heures. En

période d'étiage, rares sont les microcentrales capables de faire face à ces pics de consommation qui se traduisent par des coupures d'électricité ou une gestion de la pénurie par le délestage comme à Kharikhola. Pour certaines activités professionnelles aux besoins importants, les villageois développent diverses stratégies. À Phakding ou à Thade Koshi, les boulangeries fonctionnent de nuit. À Kharikola, il existe un accord tacite pour ne pas cuisiner à l'électricité entre 17 et 21 heures. Ceux qui disposent des moyens nécessaires (*lodges* de grande taille, hôpital) installent leur propre microcentrale (Lukla par exemple).

- 22 Si aujourd'hui, presque chaque unité d'habitation bénéficie d'un accès à l'électricité, celui-ci demeure limité. Les microcentrales, même les plus puissantes (Thame), ne couvrent que des besoins élémentaires, puisque la fourniture moyenne en électricité n'autorise que le rechargement des téléphones portables et le fonctionnement de quelques ampoules (deux à quatre en moyenne). Quelques rares unités d'habitation – le plus souvent des *lodges* – peuvent allumer une télévision (figure 9). Or les aspirations sont autres, notamment pour les gestionnaires de *lodges* ou les habitants les plus aisés, qui souhaitent développer leur équipement ménager électrique (bouilloire, autocuiseur pour le riz ou plaques électriques).

2. Des dispositifs hydrotechniques révélateurs du monde social, naturel et économique (Akrich, 1989) d'un territoire touristique de haute montagne

- 23 L'irruption des systèmes hydroénergétiques de la micro-hydroélectricité, producteurs de techno-nature, s'inscrit dans des dispositifs hydroénergétiques qui recomposent le cycle hydrosocial en tant que « *socio-natural process by which water and society make and remake each other over space and time* » (Budds et Linton, 2014). Ils constituent au sein de ce cycle hydrosocial des éléments actifs d'organisation des relations des hommes à leur environnement. Ils s'inscrivent également dans un contexte socio-économique et politique qui commande leur définition et leurs modes d'implantation. Ils incarnent alors des choix socio-techniques fondés sur le potentiel hydroénergétique de la région et s'appuient sur des « fenêtres politiques » (Muller et Surel, 1998) et la mobilisation de réseaux d'acteurs à différentes échelles pour les développer. En combinant de façon interdépendante processus naturels et processus sociaux (Swyngedown, 2006), ces dispositifs mettent en évidence non seulement les besoins énergétiques des populations, mais aussi des territoires d'action révélateurs d'inégalités tant spatiales que sociales, au sein d'un système territorial aujourd'hui dominé par le tourisme et contraint par la présence du Parc national de Sagarmatha.

2.1. Le dispositif hydrotechnique de la micro-hydroélectricité : un choix politique effectué aux échelles nationale et locale

- 24 Le développement de la micro-hydroélectricité au Népal s'explique d'abord par une volonté politique nationale de valoriser le potentiel hydroélectrique du pays. Dépendant de l'aide internationale, le gouvernement népalais, avec l'aide d'investisseurs étrangers, a choisi de construire en priorité de grands barrages en aval des principales rivières himalayennes (Dhungel, 2016). Destinées à alimenter la capitale

et les villes indiennes de la vallée du Gange auxquelles le Népal vend une part de son électricité, ces grandes infrastructures n'ont guère bénéficié aux régions rurales montagneuses du pays, en l'absence d'un raccordement à un réseau national unifié. Manquant de moyens financiers pour assurer l'électrification du monde rural, et encouragé en ce sens par les Nations unies et les bailleurs de fonds internationaux (Sovacool *et al.*, 2011), l'État népalais a favorisé l'investissement privé et fait de la micro-hydroélectricité un secteur prioritaire à travers l'*Electricity Act* de 1992. La création de microcentrales hydroélectriques s'est ainsi développée dans les montagnes, aidée par un contexte international où la reconnaissance de l'accès aux énergies propres et renouvelables par l'ONU a permis de contribuer au financement de plusieurs projets de microcentrales (*Rural Energy Development Program* 1996-2006). La micro-hydroélectricité est apparue comme une technologie pertinente et facile à mettre en œuvre à l'échelle locale. La relative simplicité du dispositif technique est adaptée aux ressources financières et techniques limitées de la société locale qui doit l'implanter et la faire fonctionner avec une économie de moyens. À condition de bénéficier d'une aide financière et technique extérieure pour l'investissement de départ, cette technologie est à la portée des acteurs locaux qui peuvent en assurer le contrôle et la gestion.

- 25 À l'échelon local, le choix de cette technologie dans le haut Solu-Khumbu se comprend aussi dans le contexte de l'inscription du massif de l'Everest dans les limites du parc national de Sagarmatha, créé en 1976. Celui-ci mène une politique drastique de conservation des forêts, en réglementant sévèrement l'usage du bois de chauffe (Sherpa M. N., 2013 ; Stevens, 2013).
- 26 Ne pouvant plus mobiliser librement cette ressource locale (Byers, 1997), les sherpas ont commencé par prélever du bois dans les forêts du Pharak situées alors en dehors des limites du parc et à importer des bouteilles de gaz. En 2002, le Pharak intègre la *buffer zone* du parc et se retrouve soumis à la politique de mise en défens des forêts. Le parc, tout en assouplissant sa réglementation (autorisation du ramassage de bois mort), devient alors un des promoteurs du développement de l'hydroélectricité comme source d'énergie alternative au bois et moyen de protéger les forêts, et s'implique dans le financement des microcentrales.
- 27 Or la croissance du tourisme dans le parc (figure7), et en particulier le passage d'un hébergement sous tentes à un hébergement en *lodges* (Sacareau, 1997 ; S.K. Nepal, 2005), fournissant des douches chaudes et des repas en plus grand nombre, a entraîné des besoins accrus en énergie. Depuis la fin de la guerre civile, cette croissance s'est accompagnée d'une diversification de la demande en énergie (apparition des téléviseurs dans les foyers, mais aussi des téléphones portables, des appareils photo numériques, voire des tablettes dont les batteries s'épuisent vite en altitude, demande de douches chaudes de la part des touristes, etc.).

Figure 7. Évolution du nombre de touristes et de *lodges* dans le Parc national de Sagarmatha de 1965 à 2015 (registres du Parc national)

- 28 Dans la concurrence que se mènent les *lodges* pour attirer leurs clients, l'équipement en appareils électriques ménagers, la fourniture d'eau chaude, la possibilité de recharger les différents appareils numériques ou l'accès au wifi sont incontournables pour permettre la montée en gamme des hébergements, tandis que les populations locales aspirent elles aussi au confort qu'apporte l'électricité (Jacquemet, 2018 ; Puschiasis, 2015). En l'absence d'investissements conséquents de la part de l'État dans des infrastructures énergétiques à l'échelon local, les villageois ont donc dû chercher des solutions pour se fournir en énergie, en sollicitant des acteurs variés opérant à différentes échelles, susceptibles de soutenir leurs projets, y compris financièrement.

2.2. Le tourisme moteur du développement des dispositifs hydrotechniques de la micro-hydroélectricité

- 29 Dans le contexte d'un territoire désormais largement commandé par une économie touristique, qui fonde un nouveau cycle hydrosocial, la valorisation énergétique de la ressource en eau constitue un enjeu majeur pour les acteurs locaux. Elle est non seulement un moyen de préserver la ressource forestière, mais aussi une des conditions du développement du tourisme et d'amélioration de la vie matérielle des habitants. Il n'est donc pas étonnant que la première microcentrale du haut Solu-Khumbu, celle de Thame, ait été localisée au cœur même du Parc national de Sagarmatha, dans sa partie la plus touristique : Namche Bazar, Khumjung et Khunde concentrent en effet la majeure partie de la population du Khumbu et le plus grand nombre de *lodges* (Sacareau, 1997 ; Jacquemet 2018). Le choix fait en 1976 d'implanter un important dispositif hydrotechnique dans la vallée de la Bothe Koshi visait de fait à satisfaire les besoins énergétiques de ce territoire touristique. Cet aménagement résulte d'une coopération entre le gouvernement autrichien, désireux « *de promouvoir et d'exporter son savoir-faire industriel* » (Jacquemet, 2018, p. 183) et l'État népalais qui devait en assurer le coût de construction. S'y est ajouté par la suite le soutien de l'ONG autrichienne *EcoHimal*, lors du déplacement et de la reconstruction de la centrale suite au GLOF. Ce dispositif est géré par une entreprise publique : la *Khumbu Bijuli Company* (KBC), détenue à 15 % par la *Nepal Electricity Authority* et à 85 % par ses usagers, et dont les cadres ont été

formés par des techniciens autrichiens. Avec une puissance de 640 kW, qui devait être portée à 1 MW en 2018, la centrale de Thame est de loin le dispositif hydrotechnique le plus performant de la région. L'ensemble des maisons de Namche, Khumjung, Khunde et de la vallée de la Bhote Koshi est désormais desservi par un réseau public de fourniture d'électricité. Ailleurs au sein du parc, seuls le monastère de Tengboche et les villages de Pangboche et de Phortse sont équipés de microcentrales, édifiées respectivement en 1988, 2004 et 2005. Les autres hameaux d'altitude d'habitat temporaire de la haute vallée de la Dudh Koshi et de ses affluents ne disposent quant à eux d'aucune infrastructure hydroélectrique, du fait de l'absence de cours d'eau au débit et à la régularité suffisants pour les alimenter. N'ayant pu obtenir de la KBC une extension des lignes électriques du fait de leur éloignement et de leur dispersion, ils sont alimentés en électricité par des panneaux photovoltaïques (pour des kits d'éclairage de 1 à 2 W).

- 30 En revanche, les villages du Pharak situés le long du chemin de trek qui mène à l'entrée du parc sont équipés d'une, voire de plusieurs microcentrales, privées ou publiques, d'une capacité de 15 à 100 kW (Faulon, 2015 ; tableau 1). Si certains des plus riches propriétaires de *lodges* ont eu les moyens financiers d'investir dans leur propre microcentrale afin de s'alimenter de façon indépendante (comme le *Summit Lodge* de Monjo par exemple), dans d'autres villages, la construction des centrales a été permise grâce aux réseaux relationnels locaux, nationaux, voire internationaux, que les propriétaires de *lodges* ou d'agences de trek de Katmandou ont su actionner au cours de leur activité dans le tourisme. À Pangboche (Khumbu), Henri Sigayret, ancien directeur d'un cabinet d'études en ingénierie civile et guide de haute montagne a épousé une sherpani et mis son expérience et ses réseaux au service du village de son épouse (Puschiasis, 2015). À Pangom, c'est grâce à l'amitié nouée entre un client, Bernard Nouvel, et Tendi Sherpa, frère de Sonam Sherpa, fondateur d'une des plus grosses agences de trek de Katmandou et originaire de ce village, que la microcentrale a été construite. De même, l'hôpital de Lukla dispose de son propre équipement grâce à la fondation d'une guide himalayiste suisse, Nicole Niquille, et de son mari, ancien directeur d'une compagnie hydroélectrique (Jacquemet, 2018). Le financement des centrales de Tok Tok, Chuserma et Thade Koshi, relève quant à lui de l'action de mécénat de Michael Kadoorie, milliardaire britannique ayant fait fortune à Hong-Kong dans la distribution d'électricité, et fondateur de l'association British Gorkha. Menant de nombreux projets philanthropiques dans le centre-ouest du Népal auprès de villages d'anciens soldats gorkhas, M. Kadoorie a investi dans le Pharak, à partir du début des années 2000, afin d'éviter l'impôt révolutionnaire prélevé sur tous les projets de développement par la guérilla maoïste, très implantée dans le centre-ouest. Ailleurs, les projets inférieurs à 100 kW ont été menés par les habitants, sous l'impulsion d'entrepreneurs, de commerçants ou de travailleurs sociaux, qui ont su obtenir les fonds nécessaires auprès de bailleurs internationaux (Banque mondiale, PNUD, WWF, *Himalayan Trust*), des banques nationales, du parc (comme à Monjo ou Surkhe), ainsi qu'auprès des villageois, en s'appuyant sur les *Villages Development Committee* (VDC) (tableau 1).

Tableau 1. Recensement des différents systèmes hydroélectriques et des projets d'augmentation de puissance ou de création dans la région du haut Solu-Khumbu

Localisation	Année de cons- truction	Initiateur	Puissance (kw)	Nb de bât. connectés	Puissance moy. Disponible/ bât.
--------------	----------------------------	------------	-------------------	-------------------------	---------------------------------------

		Financier			
		Les deux			
Pangboche	2004	H. Sigaret^a	15	113	0,13
Phortse	2005	T. Freake^b , Parc national, Club Alpin autrichien, VDC, PNUD Népal (TRPAP), locaux	48	86	0,56
Temgboche	1988	B. Coburn^c King Mahendra Trust, UNESCO, Banque Mondiale	22	?	
Thame	1995	Gouvernement autrichien, ONG Eco-Himal (Autriche)	640	874	0,73
Monjo (privée)	?	<i>Pemba Norbu Sherpa^d</i>	5	1	5
Monjo	2011	Pemba Norbu Sherpa , TRPAP, Parc national, Himalayan Trust (Nouvelle-Zélande) et locaux	15	110	0,14
Tok Tok	2007	Association Bristish Gorkha , M. Kaddorie ^e	70	370	0,19
Chuserma	2010	Association Bristish Gorkha , M. Kaddorie ^e	35	60	0,58
ThadeKoshi	2014	Association Bristish Gorkha , M. Kaddorie ^e	100	250	0,4
Lukla	2010	Locaux , PNUD, Banque Mondiale	50	184	0,27
Lukla HLukla privéehôpital	2005	<i>Fondation Nicole Niquille^f</i>	30	2	15
Lukla privée	2001	<i>Propriétaire du Mera Lodge</i>	5	1	5
Lukla privée	2016	<i>Commerçants et propriétaires de moulins à grains locaux</i>	5	3	1,66
Lukla privée	2000	<i>Propriétaire du Khumu Resort</i>	6	1	6
Surkhe	2012	VDC , VDC, Parc national Thamserku	3	46	0,06
Payan	2007	<i>W. Sigrist^g et ?</i>	16	32	0,5
Kharikhoa (privée)	2001	Prem Thapa^h , Gouvernement du Népal	40	450	0,09
Kharikhoa	2016	Prem Thapa^h , Gouvernement du Népal	70	567	0,12
Pangom	2000	B. Nouvelⁱ , Thamserku Trekking ^j	30	22	1,36
Namvhe	Projet	<i>Khumbu Bijouli compagny</i>	30-60	?	?

Monjo	Projet	Pemba Norbu Sherpa	100	?	?
Lukla	Projet 2020 ?	Ang Phurba^k , Banque mondiale (30 %), Népal (60 %), Locaux (10 %)	296	220 et +	134 et -
Surkhe	Projet	<i>M. Kadoorie</i>	?	?	?
Thame	2018	<i>Khumbu Bijouli Company</i>	1000	874	1,14

^a Ingénieur et alpiniste français

^b Ingénieur, militaire et ancien touriste

^c Écrivain-conférencier américain, Peace Corps, Président American Himalayan Foundation San Francisco

^d Ingénieur et Propriétaire du Summit Home Lodge

^e Milliardaire et philanthrope hongkongais, secteur distribution électrique et hôtellerie de luxe

^f Alpiniste

^g Entrepreneur suisse en électricité et bâtiment

^h Entrepreneur suisse en électricité et bâtiment

ⁱ Entrepreneur français BTP

^j Agence de voyage népalaise

^k Propriétaire de Lodge

2.3. Des territoires hydroénergétiques fragmentés et d'efficience inégale, producteurs d'inégalités socio-spatiales

- 31 La mise en place de ces dispositifs hydrotechniques au coup par coup, par une multitude d'acteurs intervenant à des échelles variées, sans plan d'ensemble et sans coordination, explique la fragmentation du territoire hydroénergétique du haut Solu-Khumbu. Si le nombre élevé de centrales dans le Pharak (cinq centrales sur une section de 6 km) témoigne de la capacité des sherpas à attirer les financeurs, il révèle aussi l'absence d'un projet commun pour rationaliser l'exploitation de la ressource en eau (Faulon, 2015). Chaque réseau produit son propre territoire énergétique, dont l'étendue, généralement limitée, est fonction de la performance des dispositifs techniques. Celle-ci est de manière générale plutôt faible et très inégale (tableau 1 et figure 8). On constate trop souvent une inadéquation entre la puissance installée des centrales et la taille des villages desservis. « *La centrale de Chuserma (Phakding) produit par exemple 35 kW pour 60 lodges et maisons (0,6 kW/foyer). Parallèlement, celle de Lukla n'en génère que 50 pour 220 bâtiments, soit 0,27 kW par ménage. La situation est pire encore à Tok Tok et Monjo, avec respectivement 0,19 et 0,14 kW par foyer. Bien évidemment, ces capacités de production sont beaucoup trop faibles pour répondre aux besoins de tous. À Lukla, plus de 70 % des individus sondés expliquent ainsi manquer d'électricité* » (Jacquemet, 2018, p. 181).

consommateurs d'électricité en haute saison touristique, en réduisant sur certains créneaux horaires la fourniture d'énergie aux plus petits consommateurs. Ces derniers ont vu leur facture augmenter et leur fourniture électrique baisser le matin et le soir, aux moments où les besoins sont les plus élevés, engendrant un fort mécontentement (Jacquemet, 2018). Dans le Pharak, il existe également de fortes disparités dans la fourniture en électricité entre les différents territoires énergétiques comme entre les ménages au sein d'un même territoire (de 120 W à 5 kW pour les habitants desservis par la centrale de Tok Tok). Dans certains cas, les habitants doivent payer leur raccordement (Thade Koshi, Chuserma) alors qu'il est gratuit dans d'autres ou pour les foyers les plus pauvres (Surkhe). L'abonnement mensuel varie de 250 roupies népalaises pour les plus faibles consommateurs à 4 000 roupies pour des *lodges* de grande taille. S'y ajoutent 10 roupies par unité consommée. Mais pour la centrale de Tok Tok, comme pour celle de Thame, les plus gros consommateurs bénéficient d'un plus grand nombre d'unités gratuites. À Lukla, il existe de surcroît plusieurs niveaux de tarification et de fourniture en énergie en fonction de la participation financière de chacun à la construction des centrales (Jacquemet, 2018). Ces différences de prix dans un espace aussi réduit que le Pharak engendrent inévitablement des comparaisons entre les usagers et un sentiment d'injustice, d'autant que la gestion des comités d'électricité n'est pas toujours transparente (Faulon, 2015). De nombreux commerçants ou tenanciers de *lodges* se plaignent de payer trop cher ou de ne pas bénéficier de suffisamment de courant pour faire fonctionner leurs appareils électriques.

- 33 Ces différentes situations mettent en exergue les nouveaux rapports de force que le tourisme a introduits dans le cycle hydrosocial. Il a fait émerger de nouvelles élites économiques, propriétaires de *lodges* et d'agences de trekking qui ont pris le pas sur les « vieilles familles » dont la richesse reposait sur la terre et les troupeaux. Ces acteurs du tourisme sont à l'origine à la fois d'une demande en énergie, mais aussi des initiatives pour mettre en place les dispositifs techniques capables de répondre à leurs besoins. Grâce au capital économique, mais aussi social acquis au cours de leur activité dans le tourisme, les plus entrepreneurs ont su trouver à l'extérieur de leur territoire les ressources monétaires et techniques qui leur manquaient, en actionnant leurs réseaux relationnels (Sacareau, 1997 ; Puchiasis, 2017 ; Jacquemet, 2018). Certains d'entre eux, à l'instar de Sonam Sherpa à Pangom, font figure de bienfaiteurs de leur village. Ils prennent également une part active aux comités locaux de gestion de l'électricité. Si quelques gros propriétaires de *lodges* mènent des stratégies purement individualistes en se dotant de leurs propres centrales, la plupart ont mis en place des réseaux partagés. De nouvelles inégalités apparaissent cependant entre ceux qui possèdent les plus gros *lodges* (plus de 50 lits), voire une agence de trek à Katmandou, et qui accaparent une grande partie de l'énergie produite ou s'autonomisent vis-à-vis des autres villageois, et les autres usagers, propriétaires ou gérants de *lodges* modestes et agriculteurs-éleveurs, moins bien dotés. À Monjo, par exemple, la centrale privée fournit 5 kW pour un seul *lodge*, alors que la centrale publique de 15 kW doit alimenter 110 maisons (soit 0,14 kW/habitation). À la fragmentation des territoires énergétiques s'ajoutent ainsi des disparités socio-spatiales dans l'accès à l'eau-énergie devenue un bien marchand au sein du cycle hydrosocial.

Conclusion : Vers une nouvelle recomposition du cycle hydrosocial ?

- 34 Répondant à l'invitation de Swyngedouw d'explorer l'intrication des relations entre les systèmes politiques, les usages, la gestion et la distribution de l'eau et l'organisation du système hydrosocial (Swyngedouw, 2006), nous avons pu montrer l'importance de l'introduction de nouveaux objets techniques – ici liés à la micro-hydroélectricité – dans la recomposition du cycle hydrosocial du haut Solu-Khumbu. Le développement de la micro-hydroélectricité constitue une avancée technique et sociale indéniable pour le bien-être des populations qui aspirent légitimement à encore plus de confort ménager. Si les systèmes hydroénergétiques semblent pérennes dans les conditions socio-économiques actuelles, ils n'en connaissent pas moins déjà un certain nombre de limites. La première tient à la variabilité hydrologique des cours d'eau qui pèse sur la fourniture d'électricité. Le débit plutôt insuffisant durant la haute saison touristique de printemps se révèle trop important en période de mousson au regard des performances techniques des systèmes et de besoins en énergie plus faibles, cette saison correspondant à la période creuse pour le trekking. Les dispositifs hydrotechniques comme les populations ne sont pas en mesure, pour l'instant, de s'affranchir de cette discordance entre le temps de la source et celui de la ressource. La seconde limite tient à la nature même du dispositif et à son inscription dans un environnement qui en restreint le développement potentiel. Tous les torrents ne sont pas utilisables (débit trop faible, interruption des écoulements en période hivernale en raison du gel, difficulté d'obtention d'une hauteur de chute suffisante, manque d'espace disponible pour installer les microcentrales). Ensuite, les moyens engagés (financiers, humains, techniques) demeurent inégaux. Ils entraînent des disparités spatiales et sociales, creuset d'un potentiel conflictuel : celui-ci peut naître en particulier de la mise en concurrence entre des stratégies strictement individuelles, rendues possibles par la relative simplicité du système technique, et des stratégies plus collectives œuvrant pour le bien commun. Enfin, la stratégie qui consiste à créer de nouvelles centrales ou à augmenter la puissance installée des centrales existantes (tableau 1) vise principalement à étendre le réseau de distribution plutôt qu'à augmenter la puissance disponible pour chaque unité d'habitation. C'est le cas à Kharikhola où la nouvelle centrale connecte 567 nouvelles maisons sur le VDC voisin de Jubhing. De même, le projet d'augmenter la puissance de la centrale de Thame devrait avoir pour effet de raccorder de nouveaux *lodges* construits sur le chemin de trek du camp de base de l'Everest, situés aux limites de trois systèmes hydroénergétiques différents (Thame, Tengboche et Pangboche).

* * *

- 35 Dans ces conditions quelles évolutions et solutions sont-elles envisageables ?
- 36 La construction de nouvelles centrales en série sur des torrents déjà équipés, turbinant une même eau plusieurs fois, permettrait d'augmenter la puissance installée disponible pour les villageois. Mais il faut pour cela que les conditions topographiques s'y prêtent.
- 37 L'interconnexion de réseaux jusque-là juxtaposés est une autre solution qui aurait l'avantage de distribuer plus efficacement l'énergie sur l'ensemble du territoire. Mais cela implique une reconfiguration du cycle hydrosocial, dans lequel les modalités de

distribution et de gestion de l'énergie devraient être repensées à une autre échelle. Cela suppose, aussi et surtout, une plus grande coopération entre les acteurs locaux du territoire et la volonté de mettre en place des modes de gouvernance plus équitables.

- 38 L'ultime solution, sans doute la plus efficace mais aussi la plus « prométhéenne », consisterait à installer sur la Dudh Koshi un barrage hydroélectrique, objet technique le plus symbolique associé à l'hydroélectricité. Le projet est à l'étude, mais soulève un certain nombre de questions techniques liées au régime torrentiel de cette rivière puissante et à la taille des sédiments qu'elle transporte pendant la mousson. À cela s'ajoute la question de la forte sismicité de la région, dont témoigne le dernier tremblement de terre (7,9 sur l'échelle de Richter) qui l'a secouée en avril 2015, sans cependant affecter les microcentrales existantes. De plus, même si ces problèmes techniques pouvaient être surmontés, la mise en place d'un tel dispositif hydrotechnique entraînerait une reconfiguration complète du cycle hydrosocial, lié au changement d'échelle inévitable qu'induit l'implantation d'une technologie aussi avancée. Se poserait alors la question du maintien des infrastructures actuelles : viendraient-elles en appui au barrage en période de haute consommation ? Seraient-elles interconnectées pour cela ou bien abandonnées et/ou démantelées ? Enfin, la possible irruption d'acteurs politiques plus puissants, se surimposant aux instances locales de gestion pour contrôler la distribution et la tarification de l'énergie (sans doute plus élevée, au moins dans un premier temps), pourrait engendrer une reconfiguration de la place et du jeu des acteurs locaux dans la gestion de leur territoire. Un autre temps du cycle hydrosocial lié à l'irruption d'un nouvel objet technique s'ouvrirait alors, où le temps de la source serait mis potentiellement en concordance avec celui de la ressource.

BIBLIOGRAPHIE

Akrich M., 1987, « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques & Culture*, n° 54-55, p. 49-64.

Akrich M., 1989, « La construction d'un système socio-technique : esquisse pour une anthropologie des techniques », *Anthropologie et sociétés*, vol. 13, n° 2, p. 31-54.

Akrich M., 1993, « Les objets techniques et leurs utilisations, de la conception à l'action », in Conein B., Dodier N., Thévenaud L., *Les objets dans l'action* 4, Éditions de l'EHESS, pp. 35-77, Raisons Pratiques.

André-Lamat V., 2017, « De l'eau source à l'eau ressource : production d'un capital environnemental ou d'un commun. L'exemple de l'eau domestique au Pharak (Népal) », *Développement durable & territoires*, vol. 8, n° 3, <http://journals.openedition.org/developpementdurable/11869>.

Bertrand G., Bertrand C., 2000, « Le géosystème : un espace-temps anthropisé. Esquisse d'une temporalité environnementale », in Barrué-Pastor M. et Bertrand G. (coord.), *Les temps de l'environnement*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, p. 65-76.

- Blanchon D., 2008, « Complexe hydropolitique sud-africain : connexions, déconnexions, reconnexions ? », *Flux*, vol. 1, n° 71, p. 61-72.
- Budds J., Linton J., 2014, « The hydrosocial cycle : Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water », *Geoforum*, vol. 57, p. 170-180.
- Byers A., 1997, « Landscape change in Sagarmatha National Park, Khumbu, Nepal », *Himalaya, the Journal of the Association for Nepal and Himalayan Studies.*, vol. 17, p. 31-41.
- Calvo-Mendieta I., Petit O., Vivien F., 2010, « Entre bien marchand et patrimoine commun, l'eau au cœur des débats de l'économie de l'environnement » in Schneier-Madanes G. (ed), *L'eau mondialisée : La gouvernance en question*, Paris, La Découverte, p. 61-74.
- Dhungel K. J., 2016, « A history of FDI in Hydropower Development in Nepal », *Hydro Nepal*, n° 18, p. 22-24.
- Dutta S., Singh R. P., Thakali H., 2007, *Terminal Review Report of Rural Energy Development Program*, United Nations Development Program, n° 242.
- Faulon M., 2016, *Enquête complémentaire sur la gestion sociale de l'eau à la marge du système touristique du Khumbu. Le village de Kharikhola*, Pessac, université Bordeaux Montaigne, 73 p.
- Faulon M., 2015, *Hydroélectricité et adduction d'eau dans le haut Pharak. Techniques, enjeux fonciers et relation de pouvoir autour de la ressource*, Pessac, université Bordeaux Montaigne, 141 p.
- Geels F., 2002, « Technological transitions as evolutionary transition reconfiguration processes : a multi-level perspective and a case-study », *Research Policy*, n° 31, p. 1257-1274.
- Government of Nepal, 1992, *Electricity Act*.
- Jacquemet É., 2018, *La société sherpa à l'ère du « Yak Donald's ». Lutte des places pour l'accès aux ressources dans la région touristique de l'Everest (Népal)*, thèse de doctorat, géographie, université Bordeaux-Montaigne, Pessac, 432 p.
- Mimeau L., Zin I., Esteves M., Hans-Werner J., 2018, « Quantification of different flow components in a high-altitude glacierized catchment (Dudh Koshi, Nepalese Himalaya) », *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/hess-2018-34>.
- Muller P., Sural Y., *L'analyse des politiques publiques*, Paris, Montchrétien, coll. « Clefs », 156 p.
- Nepal S. K., 2015, « Irish pubs and dream cafes : tourism, tradition and modernity in Nepal's Khumbu (Everest) region », *Tourism Recreation Research*, vol. 40, n° 2, p. 248-261, https://www.researchgate.net/publication/277954132_Irish_pubs_and_dream_cafes_Tourism_tradition_and_modernity_in_Nepal's_Khumbu_Everest_region.
- Puschiasis O., 2015, *Des enjeux planétaires aux perceptions locales du changement climatique : pratiques et discours au fil de l'eau chez les Sherpa du Khumbu (région de l'Everest, Népal)*, thèse de doctorat, géographie, université de Paris Ouest Nanterre La Défense, 424 p.
- Puschiasis O., 2017, *Mobilités spatiales des Sherpa du Khumbu à New York : vers une gestion des ressources en eau et en sol multilocalisée ?*, Rapport de post-doctorat et de mission, ANR13 SENV-0005-PRESHINE (Pressions sur la ressource en eau et en sol dans l'Himalaya du Népal (non publié), 32 p.
- Sacareau I., 1997, *Porteurs de l'Himalaya. Le trekking au Népal*, Paris, Belin, coll. « Mappemonde », 256 p.

- Sacareau I., 2018, « Qui habite le Khumbu ? (Co-)habiter dans la mobilité touristique : pratiques touristiques itinérantes et mobilités habitantes dans la région de l'Everest », *Mondes du tourisme*, n° 14, <http://journals.openedition.org/tourisme/1523> ; DOI : 10.4000/tourisme.1523.
- Salerno S., Thakuri S., Viviano G., Flury B., 2010, « Energy, Forest and Indoor Air Pollution Models for Sagarmatha National Park and Buffer Zone, Nepal », *Mountain Research and Development*, vol. 30, n° 2, <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00027.1>.
- Sherpa M. N., 2013, *Conservation Governance and Management of Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Buffer Zone, and Buffer Zone Community Forest User Groups in Pharak, Nepal*, Boston, University of Massachusetts, 402 p.
- Smadja J., Aubriot O., Puschiasis O., Duplan Th., Grimaldi J., Hugonnet M., Buchheit P., 2015, « Changement climatique et ressource en eau en Himalaya. Enquêtes auprès de villageois dans quatre unités géographiques du bassin de la Koshi, Népal », *Revue de Géographie Alpine*, n° 103-2, 23 p. <http://journals.openedition.org/rga/2850> ; DOI : 10.4000/rga.2850.
- Sovacool B., Bambawale M. J., Gippner O., Dhakal S., 2011, « Electrification in the Mountain Kingdom : The implications of the Nepal Power Development Project (NPDP) », *Energy for Sustainable Development*, vol. 15, p. 254-265.
- Stevens S., 2013, « National parks and ICCAs in the high Himalayan region of Nepal : challenges and opportunities », *Conservation & Society*, vol. 11, p. 29-45.
- Swyngedouw E., 2009, « The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle », *Journal of Contemporary Water Research & Education*, n° 142, p. 56-60.
- Swyngedouw E., 2006, « Circulations and Metabolisms (Hybrid) Natures and (Cyborg) Cities », *Science as Culture*, vol. 15, n° 2, p. 105-122.

RÉSUMÉS

Cet article analyse les reconfigurations territoriales liées à l'introduction de la micro-hydroélectricité dans le cycle hydrosocial de la région touristique de l'Everest, où l'usage du bois est strictement réglementé (Parc national de Sagarmatha). De nombreuses microcentrales de puissance et de qualité inégales sont nées d'initiatives locales soutenues par des acteurs variés, opérant à différentes échelles. L'analyse de l'inscription spatiale de la chaîne des infrastructures montre que ce dispositif technique s'insère dans un cycle hydrosocial désormais commandé par l'activité touristique qui a amélioré les conditions de vie de la population ; et que le passage de l'eau (source) à l'énergie (ressource), a révélé et généré des inégalités socio-spatiales.

This article analyses the territorial reconfigurations related to the introduction of micro-hydropower in the hydrosocial cycle of the tourist region of Everest, where the use of wood is strictly regulated (Sagarmatha National Park). Numerous micro-power stations of varying power levels and unequal quality are the result of local initiatives supported by a variety of actors, operating at different scales. The analysis of the location of the infrastructure chain shows on the one hand that this technical device fits into a hydrosocial cycle now controlled by the tourist activity that has improved the living conditions of the population; on the other hand, the transition from water (source) to energy (resource), has revealed and generated socio-spatial inequalities.

INDEX

Mots-clés : objet et dispositif techniques, micro-hydroélectricité, cycle hydrosocial, inégalités, tourisme, Népal

Keywords : technical object and device (system), micro-hydropower, hydrosocial cycle, inequalities, tourism, Nepal

AUTEURS

VÉRONIQUE ANDRÉ-LAMAT

Véronique André-Lamat est géographe. Ses travaux portent sur les représentations et la gestion de la nature et de l'environnement, sur l'analyse de l'action publique (modalités de production, référentiels/modèles, production des connaissances, rapport de domination, zonage) ainsi que sur les enjeux de développement territorial. UMR Passages 5319 CNRS/Université Bordeaux-Montaigne/Ensap Bordeaux/Université de Bordeaux/UPPA, Maison des Suds.
veronique.andre-lamat@cnrs.fr

ISABELLE SACAREAU

Isabelle Sacareau mène depuis 30 ans des travaux sur le tourisme en Himalaya. Elle a été responsable scientifique de l'ANR pluridisciplinaire Preshine (Pressions sur la ressource en eau et en sol dans l'Himalaya népalais) de 2013 à 2018. UMR Passages 5319 CNRS/Université Bordeaux-Montaigne/Ensap Bordeaux/Université de Bordeaux/UPPA.
isabelle.sacareau@u-bordeaux-montaigne.fr