

**REVUE FRANCOPHONE
DU
DEVELOPPEMENT
DURABLE**

Dimension sociale de la transition énergétique en Afrique : Le cas de la géothermie

Susan ONYANGO

Consultante SARL Géo2D, doctorante à l'EHESS Paris

Résumé

La transition énergétique est largement engagée en Afrique de l'Est, basée sur l'hydraulique, l'éolien, l'énergie solaire et la géothermie. Le Kenya mise notamment sur la géothermie avec des objectifs très ambitieux. Les installations se développent sur le plancher de la vallée du rift, où vivent des communautés rurales (le plus souvent pastorales) non desservies, tandis que l'énergie produite et consommée ailleurs, le long de l'axe Mombasa-Nairobi-lac Victoria. Partant du constat sur les pratiques actuelles, nous analysons les conditions sociales nécessaires pour un développement durable basé sur ces énergies renouvelables. Il apparaît que la question des genres est au cœur de l'approche à promouvoir, visant à impliquer les populations dans le développement des projets de géothermie en associant les communautés dès le stade de conception des projets, en répondant d'abord à leurs besoins, ce que permet la géothermie, avant de servir les besoins du réseau. Une fois le constat établi au niveau de plusieurs communautés représentatives de la vallée du rift est africain, la recherche engagée vise à préciser les conditions de mobilisation des parties prenantes pour aboutir à une forme de développement réellement durable.

Mots clés

Sciences sociales, ethnologie, sociologie, communication, éducation, genres, géothermie, transition énergétique, Afrique de l'Est, Kenya, Ethiopie, Afar, Massai, Pokot, Luo, Turkana

Si les énergies renouvelables ont fait, et font encore l'objet de recherches et développements technologiques, et si les réalisations et les études de faisabilité qui les précèdent sont solidement établies au plan technique, il n'en va pas toujours de même des questions humaines et sociales. Ce travail s'appuie sur une recherche engagée dans la vallée du rift est africain, où le potentiel géothermique est important du fait de ses caractéristiques géologiques particulièrement actives. La géothermie permettrait à elle seule d'y assurer la transition énergétique. Il apparaît que le développement désormais bien engagé au Kenya risque à terme de buter sur des difficultés résultant de l'absence de prise en compte des possibilités offertes d'associer les communautés locales à ce développement. Cinq sites de caractéristiques différentes que nous avons commencé à investiguer devraient permettre - au terme de cette recherche - de préciser les mesures à prendre vis-à-vis des différentes parties prenantes, notamment les bailleurs, les développeurs, les autorités publiques et les communautés elles-mêmes pour parvenir à un processus de développement vraiment durable.

Quelques éléments concernant la demande et l'offre énergétique en Afrique de l'Est

L'intérêt de la démarche engagée dans cette région est que, partant d'un état de développement initial non affecté par les formes conventionnelles connues « au nord », basées sur les énergies fossiles ou nucléaires, il devrait être possible de passer directement à une étape de développement durable à base de renouvelables. En ce sens, la nature même de la transition énergétique à réaliser est différente, et comme on le vérifie déjà avec la téléphonie mobile, des formes innovantes de développement devraient pouvoir être expérimentées en matière d'énergie.

Notre attention s'est portée sur l'Afrique de l'Est, où les conditions géographiques et géologiques sont particulièrement favorables aux énergies renouvelables : le solaire, l'éolien, l'hydraulique (notamment en Ethiopie avec le Nil Bleu) et plus spécifiquement la géothermie. Celles-ci sont en mesure d'assurer l'essentiel de la production électrique, mais aussi de répondre à de nombreux usages directs (habitat, tertiaire, industrie, agriculture).

Dans la plupart de cas, l'approche des « parties prenantes » (autorités politiques, des bailleurs, des développeurs) consiste à s'engager dans des programmes de développements ambitieux assurant une production d'énergie desservant le réseau électrique national, voire régional (l'Ethiopie vend ainsi de l'électricité d'origine hydraulique au Soudan et à Djibouti). Par contre la totalité de la population et loin d'être connectée au réseau, et une large part des communautés, notamment rurales, reste dépendante de moyens de production traditionnels concernant l'énergie et l'eau, reposant sur une collecte et un transport manuel. Si l'Ethiopie a privilégié le développement de l'hydroélectricité, notamment sur le Nil Bleu avec le barrage « Grande Renaissance » qui assurera à lui seul 6.000MWe sur les 9.000 prévus, le Kenya mise sur la géothermie avec 5.000MWe programmés pour 2030 et 10.000 pour 2050.

En Ethiopie, malgré les efforts engagés par le gouvernement fédéral, 75% des foyers restent non connectés. Des chiffres semblables à ceux du Kenya, où les caractéristiques du développement sont assez contrastées entre un secteur traversant le pays du SE au SW - entre Mombasa et le Lac Victoria en passant par Nairobi - où se concentrent les réseaux de communication, l'urbanisation et l'industrialisation, et le reste du pays, au Nord, où une population rurale plus pauvre est généralement éloignée des réseaux et des services (Figure 1).

De ce fait, l'enjeu de la « transition énergétique » dans ce contexte est certes de répondre aux besoins des villes et secteurs développés (connectés au réseau), souvent pour substituer des fossiles par des renouvelables, mais de répondre aussi aux besoins des zones rurales (non connectées), ce que les énergies renouvelables, et plus particulièrement la géothermie, sont en mesure de faire.

Comme cela est montré par J. Varet (ce volume), l'Afrique de l'Est recèle – du fait de ses caractéristiques géologiques - des ressources exceptionnelles (Figure 2) dans sa branche Est (Erythrée, Ethiopie, Djibouti, Kenya, Tanzanie). On y trouve de nombreux sites où la vapeur sort naturellement en surface à la faveur de failles ou de fissures ouvertes (Figures 3 et 4). On dispose de ce fait d'une grande diversité de sites favorables à des développements locaux. La température des fumeroles est généralement proche de celle du point d'ébullition de l'eau à l'altitude concernée, ce qui traduit des phénomènes de remontée de fluides à partir de réservoirs de vapeur. Il est dès lors possible de capter ces fluides par forages à des profondeurs diverses, permettant des productions à des puissances (i.e. des températures et des débits) ajustées à la demande, et éventuellement croissant selon l'évolution des besoins ou des moyens financiers de la communauté concernée ou de ses bailleurs.

Figure 1 : Carte de la densité de population et du réseau électrique interconnecté (existant et en projet) au Kenya. On constate que la partie nord du pays se caractérise par un habitat isolé et l'absence de réseau.

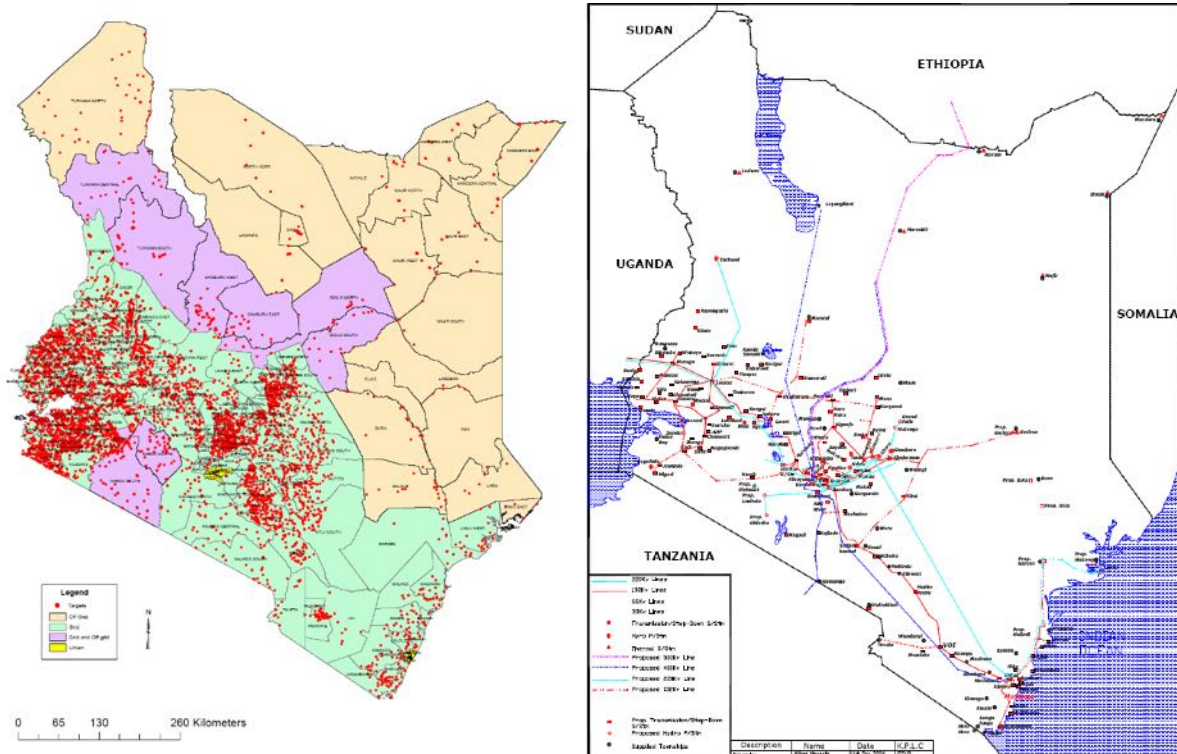


Figure 2 : La vallée du rift Est Africain recèle des ressources géothermiques exceptionnelles, depuis les rives de la mer rouge en Erythrée jusqu'au Mozambique et passant en particulier par l'Ethiopie, Djibouti, et le Kenya qui a lui seul recèle 14 sites majeurs sans compter une multitude de petits sites correspondant à des émergences sur fissures ouvertes.

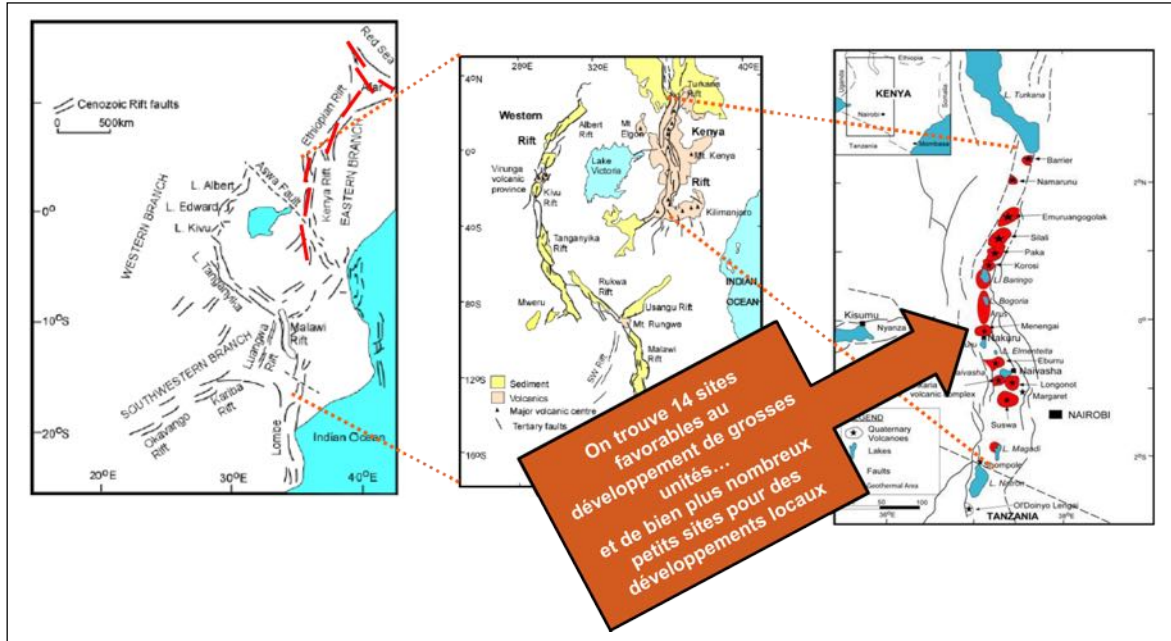


Figure 3 : Exemple de faille active au Kenya. On observe de telles émergences tout le long du plancher de la vallée du rift est africain.

Figure 4 : L'observation fine des points d'émergence montre qu'il s'agit de fissures ouvertes. L'énergie est disponible à toute profondeur par forage superficiel ou profond susceptible de recouper ces fractures.



Caractéristiques de l'approche sociale des projets énergétiques actuels

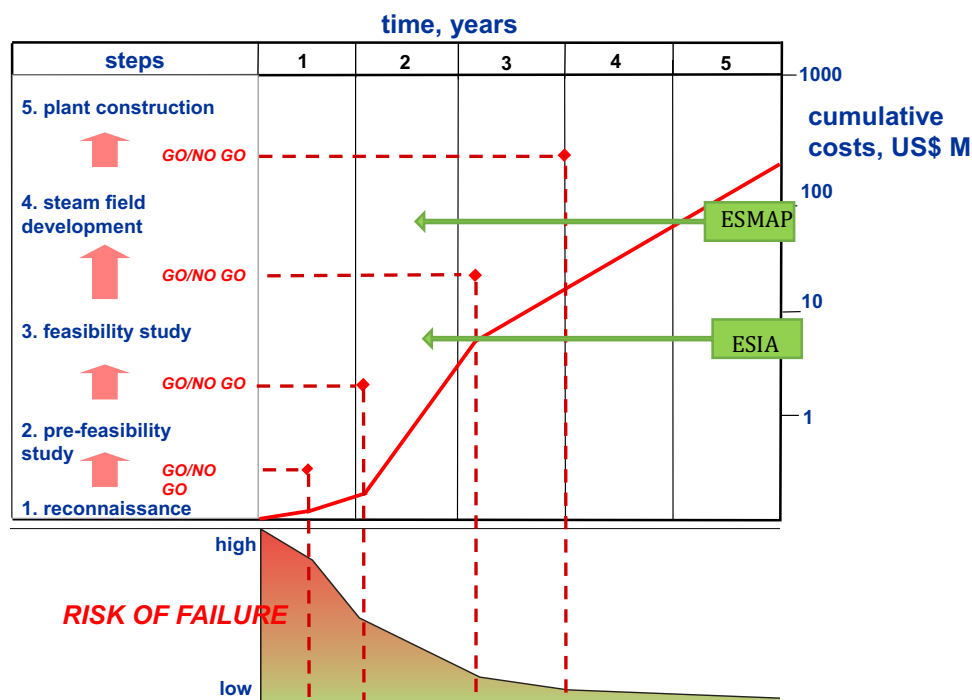
Les procédures employées dans l'approche des grands projets classiques s'appliquent également dans le cas des énergies renouvelables et de la géothermie en particulier. Ces procédures (Environmental and Social Assessment Procedure : « ESMP ») mises en œuvre par les bailleurs (Banque Mondiale, Banque Africaine de Développement) s'imposent aux Etats et aux organisations en charge des projets. Il s'agit de mener, comme condition de l'acceptation du financement, une « étude d'impact environnemental et social » (Environmental and Social Impact Assessment : ESIA) ou Strategic Environmental and Social Assessment (« SESA »). L'obligation est souvent transcrite dans le droit local (cf. « guidelines for Environmental and Social Management Plans, Federal Republic of Ethiopia » ; « Kenya National Environmental Action Plan » (NEAP), et s'applique ainsi à tout projet d'aménagement dépassant un certain montant. Le travail consiste à établir un état des lieux avant le projet, à évaluer l'impact sur la nature et les populations sur le site, et à proposer des mesures d'adaptation ou de compensation. Pour ce qui concerne la dimension sociale, il s'agit bien de mettre en œuvre une juste compensation pour les nuisances ou inconvénients subis par les communautés concernées. L'ESIA est suivi du Energy Sector Management Assistance Program (« ESMAP ») ou Environmental and Social Mitigation Plan (« ESMP ») qui peut inclure des compensations financières et éventuellement un Resettlement Action Plan (RAP). Ainsi, dans le cas des projets de géothermie au Kenya, est-il proposé aux populations concernées (Massaï, communautés pastorales semi-nomades) un dédommagement pour déplacer leurs campements ou même une reconstruction du village « en dur » hors de la zone des travaux (forages, canalisations fluides, centrale thermoélectrique). La géothermie reste à leurs yeux une construction allogène, étrangère à leur culture, à leur mode de vie et à leur éventuelle aspiration au changement.

Figure 5 : Maison en dur construite pour une communauté Massaï par l'entreprise électrique kenyane (KenGen) dans le cadre du RAP (Resettlement Action Plan) à la suite de son déplacement hors du champ géothermique d'Olkaria (Kenya)



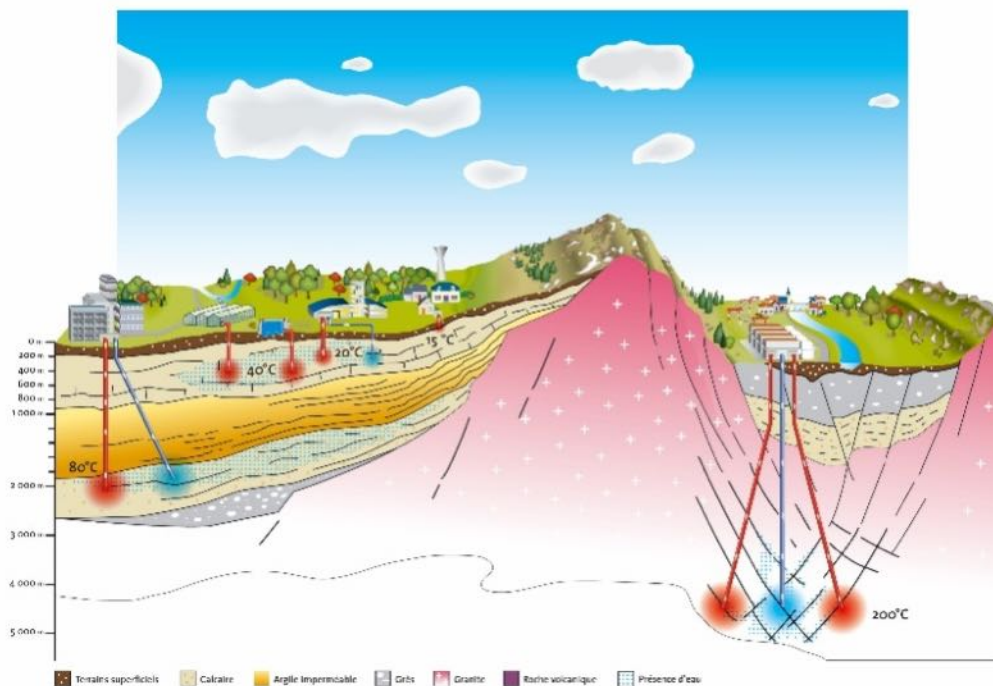
Il est vrai que, « par nature », la localisation et les caractéristiques techniques des projets de géothermie de haute température sont déterminées par les paramètres géologiques des gisements. C'est la démarche de recherche et d'exploration en géosciences qui permet de déterminer le site le plus favorable, indépendamment des conditions « de surface » qui n'interviennent qu'au second degré. En ce sens, les projets de géothermie de haute température se rapprochent dans leur conception des projets miniers (ou pétroliers). Il s'agit d'opérations à risque, nécessitant d'importants investissements sans garantie de succès. De ce fait, les législations minières visent à protéger les intérêts des investisseurs et à leur garantir les droits d'exploitation découlant de leurs recherches. C'est la raison d'être des permis de recherche qui précèdent - et dans lesquels s'inscrivent - les études de faisabilité (incluant les forages d'exploration). Ces permis sont souvent attribués indépendamment des conditions sociales ou de propriétés locales, le droit minier étant souvent (comme dans le droit français) indépendant du droit de propriété. La démarche de développement des projets de géothermie de haute température impose donc plusieurs étapes qui toutes s'articulent autour de points de décisions « go - no go » (Fig. 6). Dans ce processus, les questions sociales et environnementales - c'est-à-dire la prise en compte des intérêts des populations locales - sont reléguées à « l'étude d'impact » qui, comme son nom l'indique, considère un projet existant « bouclé » et vis à l'insérer dans un processus visant tout au mieux à l'amélioration de son « acceptabilité ».

Figure 6 : Etapes de développement d'un projet de géothermie haute énergie, et place des études d'impact social et environnemental (ESIA) et des mesures de compensation (ESMAP) dans ce processus.



Or cette approche n'est pas générale en géothermie. Pour ce qui concerne les applications de basse température, il s'agit de projets locaux, on qui nécessitent à l'inverse de « partir de la demande » sociale locale, puis de considérer quel niveau de ressource en sous-sol (quel réservoir, à quelle profondeur ?) répondra le mieux à la demande. C'est la démarche qui caractérise les projets de géothermie en France, notamment du fait que les bassins sédimentaires offrent une diversité de solutions avec plusieurs réservoirs superposés à température croissante avec la profondeur (Fig.7). Même dans les régions volcaniques, comme en Islande ou en Nouvelle Zélande, des applications de géothermie de petite taille (initiative privée ou publique locale) se développent qui visent d'abord - et éventuellement uniquement - pour servir des besoins locaux (serriculture, pisciculture, séchage de produits de la pêche, de l'élevage ou de produits agricoles, thermalisme...). Dans de tels cas, il n'y a généralement aucun problème pour assurer l'appropriation de projets qui « vont de soi » et contribuent directement au bien-être et au développement économique et social des populations concernées. Une excellente configuration consiste d'ailleurs à ce que le projet lui-même soit conçu et développée par une « maîtrise d'ouvrage » locale (par exemple une société d'économie mixte associant les divers usagers et éventuellement un producteur assurant la maintenance). C'est d'ailleurs l'approche endossée désormais par plusieurs entreprises, comme Electerre basée en Auvergne (France).

Figure 7 : Diverses options de demande énergétique et variété des réponses possibles pour adapter la ressource géothermique à la demande.



Analyse de difficultés rencontrées dans l'approche actuelle et recherche engagée pour une solution dans une optique de développement durable

Notre analyse de l'approche actuellement promue et mise en œuvre par les bailleurs de fond et les opérateurs est que celle-ci présente un certain nombre d'inconvénients :

- Les communautés concernées n'ont aucun intérêt pour le projet qui leur est étranger dans sa conception et sa production ;
- Sur plusieurs points, il perturbe la communauté relativement à ses besoins (accès à l'espace, modification des paysages, émissions dans l'air, l'eau et les sols...) ;
- Il en découle une opposition latente des individus malgré le ralliement des élites première bénéficiaires des compensations ;
- Sur le long terme, il existe de réels risques de développement non durable socialement alors que la solution relève techniquement d'une énergie renouvelable.

En effet, si les premières unités ont pu être implantées en suivant cette procédure sans difficulté insurmontable, ce qui a pu « passer » dans un espace encore limité pour quelques centaines de MWe (avec néanmoins des manifestations réprimées par la force policière) pourrait entraîner des oppositions beaucoup plus graves compte tenu du plan de développement prévu, de plusieurs milliers de MWe. Notre approche vise à identifier et mettre en œuvre de nouvelles approches sociales qui rendraient la géothermie non seulement « acceptable », mais surtout « appropriée » par les communautés concernées, car vivant sur de territoires dotés de ces ressources. Or, tant du point de vue de la ressource géologique que des techniques de production énergétique, tout nous indique que de telles solutions - répondant très directement aux besoins indigènes et pas seulement à ceux d'une production exportée - sont possibles.

La démarche à mettre en œuvre reposerait sur une nouvelle approche de la transition consistant à :

- Servir les besoins énergétiques locaux de préférence avant ou au moins en même temps que nationaux ;
- Assurer une approche précoce de la dimension sociale lors des phases préalables à la mise en œuvre des projets (allant jusqu'à commencer par cette première étape de recherche) ;
- Revoir la totalité de la procédure de conception et de mise en œuvre des projets dès les stades de pré-faisabilité et faisabilité - pour assurer un usage en cascade de l'énergie et de l'eau ;

- S'assurer de l'implication de toutes les parties dans les entreprises de production, en laissant systématiquement la place qui leur revient aux acteurs locaux. A cet égard, l'exemple des réalisations Maori en Nouvelle-Zélande sera une source d'inspiration (Onyango et Varet, à paraître).

Comme point de départ de la démarche nouvelle proposée, une recherche anthropologique et sociologique, mais aussi historique et géographique portant sur les communautés concernées est nécessaire. Elle doit reposer sur une approche philosophique et éthique respectueuse des droits humains, et plus spécifiquement des genres. Elle débouchera naturellement sur un travail d'information, de formation et de communication s'appuyant sur une approche par les genres. En effet, il apparaît :

- Que dans toutes les communautés concernées, notamment les communautés pastorales, l'énergie et l'eau sont l'affaire des femmes (Fig. 8).

Figure 8 : Les questions concernant l'eau et l'énergie sont du ressort des femmes dans toutes les communautés de la vallée du rift (ici femmes Masai)



- Elles sont impliquées dans ces tâches dès le plus jeune âge, ce qui impose une approche de la jeunesse, rendue possible par une éducation qui se répand ces dernières années jusque dans les contrées les plus reculées (Fig. 9).

Figure 9 : Fillette Afar transportant de l'eau dans une outre en peau de chèvre. Le poids du fardeau dépasse souvent celui du véhicule (Crédit photo : I.A.Gardo)



- Les hommes, en charge de la sécurité, de la chasse et de l'identification des meilleurs territoires de pâtures et plus particulièrement les anciens qui généralement gouvernent et sont les premiers consultés, ne placent pas nécessairement ces questions au sommet de leurs priorités.
- En conséquence, une mise en œuvre de la « transition écologique » impliquant réellement les parties prenantes n'est pas acquise et implique un changement social nécessitant une approche de R&D en SHS qui fait l'objet de nos recherches.

Pour nous assurer d'une approche qui ne se limiterait pas à la solution d'un problème ponctuel (actuellement bien identifié au niveau des Massaï autour du gisement géothermique d'Olkaria, Figure 10), mais serait assez générale pour modifier l'approche de l'ensemble des acteurs (bailleurs, autorités politiques et administrations, entreprises opératrices, communautés concernées, il nous a semblé approprié de faire reposer nos recherches sur un panel de communautés représentatives de la diversité anthropologique et géographique rencontrées dans la vallée du rift est-africain.

Figure 10 : Vue aérienne de l'une des unités (2x70MWe) du gisement d'Olkaria. Chaque centrale est connectée à un réseau vapeur qui relie des puits forés à 3.000 mètres. Une dizaine de tranches de 140MWe sont programmées (de l'ordre de 1/an)



Etat d'avancement des enquêtes de terrain

Nos enquêtes de terrain ont été engagées pour le compte de la SARL Géo2D (Ressources Géologiques pour le Développement Durable), à la faveur de plusieurs projets portés par cette société dans la vallée du rift pour le compte de divers clients.

Cadre des recherches

La source la plus ancienne et la plus documentée concerne le pays Afar (Ethiopie, Erythrée, Djibouti), où des recherches de terrain ont été engagées dès 1976 avec le soutien du CNRS (RCP 180 puis 341 dirigées par H.Tazieff puis J.Varet), du CNR italien (Prof. G.Marinelli, puis F.Barberi) et du NERC anglais (R. Black) et se sont poursuivies jusqu'à nos jours. Bien que les sciences sociales ne soient pas représentées formellement dans ce travail interdisciplinaire, la dimension économique et sociale du développement s'est rapidement posée, et a permis l'engagement de programmes de géothermie avec le PNUD et Ethiopie et le BRGM à Djibouti, programmes ensuite confortés par le premier choc énergétique de 1973. Les circonstances politiques locales (régime Mengistu en Ethiopie, indépendance de Djibouti...) ont amené un retard dans le développement des projets géothermiques qui ne refont surface que depuis quelques années avec le soutien des bailleurs (Banque Mondiale, AfDB, AFD, GRMF, ICEIDA...). C'est aujourd'hui au Kenya que le développement de la géothermie est le plus conséquent, et celui-ci s'inscrit dans une politique volontariste du gouvernement - soutenu par les bailleurs internationaux, régionaux et bilatéraux (Allemagne, Islande) - qui a créé pour ce faire des entités spécialisées tant pour le développement industriel (KenGen, GDC) que pour le R&D et la formation (Université de Nairobi, Programme GETRI de l'Université de Nyeri²⁵, projet de création d'un « Centre d'Excellence »). Répondant à l'appel à projets lancé par le président Obama (d'origine kenyane par son père), nous avons contribué à l'établissement d'un programme de recherche intitulé « Geopower Africa » associant DeKUT, l'Université d'Addis Abeba et le Service géologique de Tanzanie, qui bénéficie d'un financement de l'USAID et des National Academies Américaines sur une période de 3 ans (2015-2017).

Recherches en cours dans le cadre du projet « Geopower Africa »

Le projet GeoPower Africa - dans lequel nous sommes impliqués avec la responsabilité des questions sociales (S. Onyango) et de ressources géologiques et technologiques (J.Varet) - vise à dresser un inventaire des réalisations possibles en géothermie (Tanzanie, Kenya, Ethiopie). Pour préparer les recherches de terrain et sélectionner les sites proposés pour la réalisation de projets de développement ruraux, une base de données est en cours de constitution, incluant les paramètres suivants :

1. Les données géographiques des sites
2. Les paramètres hydrogéochimiques
3. Les statistiques démographiques et & socio-économiques

²⁵ GETRI : Geothermal Energy Technology Research Institute créé à l'initiative de l'Université Technologique de Nyeri (dite DEKUT)

4. Les données sociales locales sur les communautés concernées
5. Les éléments de sélection de sites

Par exemple, les données hydrogéochimiques incluent : les types et dates d'analyses disponibles, les laboratoires et les procédures de mesures, les paramètres physiques (pH, conductance, solides dissous (TDS), et chimiques (Ca, Mg, Na, K, Si, Cl, F, S, Fe, etc...). Les données sociales incluent les divers noms donnés aux émergences thermales (nom officiel, dénominations locales et leur signification, langages locaux, population sur le site à différentes distances, ratio entre sexes, par tranches d'âges, production principale, ressources et PIB/ha, distance (à route d'accès, au réseau électrique, au réseau télécom, aux ressources en eau ou énergétiques, structure de l'organisation sociale, religion et croyance, taux d'éducation, personnes ressources, techniciens et managers potentiels...)

Les données de sélection de sites incluent aussi des appréciations sur l'acceptation du changement, qu'il s'agisse de l'évolution de pratiques existantes (comme l'usage du thermalisme ou de ses sous-produits ou la conservation des aliments), ou de changements plus radicaux (développement de réseaux locaux, de productions commercialisables, de services publics, de sociétés d'économie mixtes, du paiement des services...). Les questions de genre sont en particulier renseignées : demandes de services domestiques comme l'accès à l'eau, à des systèmes de cuisson...) temps libéré pour d'autres activités jugées plus valorisantes (éducation des enfants, artisanat, commerce, participation à la vie communautaire, aux systèmes de décision...), projets existant localement, rôle dans le futur management des sites. Les questions liées à la maîtrise d'ouvrage : ressources locales, partenaires potentiels (associations, entreprises, banques, jumelages, églises...).

Echantillons de recherches anthropologique et sociologiques engagées

A partir de ce large ensemble de données, nos recherches en SHS vont se focaliser sur cinq exemples de communautés jugées représentatives autant par la diversité de leurs caractéristiques anthropologiques et sociologiques que par leur relation déjà engagée avec les développements en cours, en particulier dans le domaine géothermique ou énergétique. Le choix de ces communautés repose d'abord sur une cartographie de leur importance relative sur les zones favorables au développement de la géothermie.

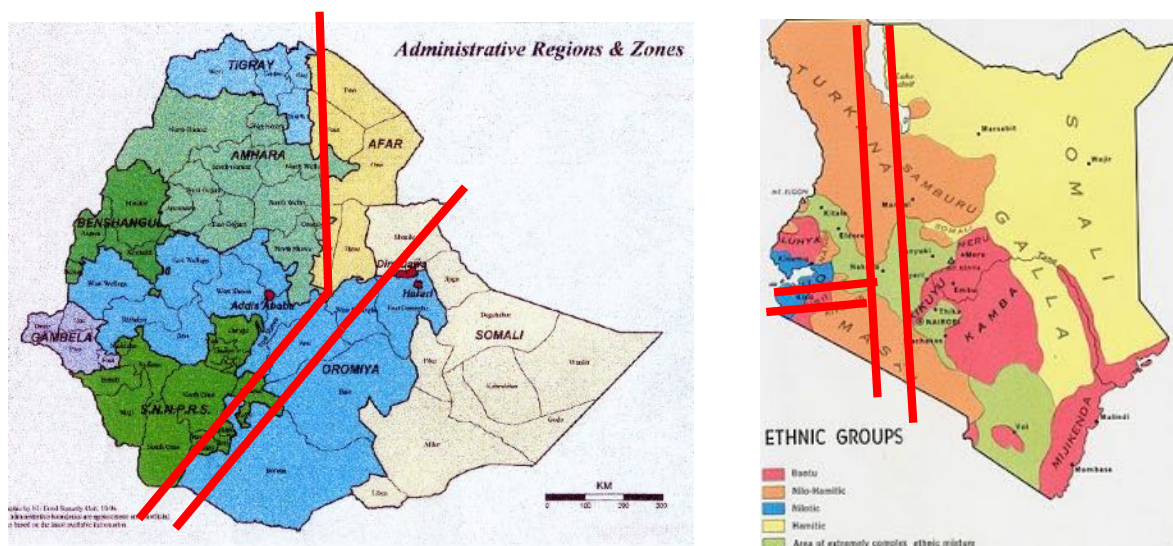
De cette analyse on retient par ordre d'importance en population impactée (Fig. 11) :

- Les Afar (Nord de l'Ethiopie, Erytrée, Djibouti)
- Les Massai (Sud du Kenya, Tanzanie)
- Les Oromo ou Galla (Centre et Sud Ethiopie, Centre-Est Kenya)
- Les Pokot (Rift Centre-Nord du Kenya)
- Les Luo (Rift de Nyanza, ouest du Kenya)

- Les Turkana (Nord Kenya, Sud Ethiopie)

Au sein de cet échantillonnage, nos enquêtes de terrain se concentreront sur les Massaï, les Pokot, les Afar et les Luo. Les Turkana (et/ou Marsabit voisins) ne seront étudiés que si les projets en cours nous amenaient à y développer un projet local. En effet, le site de Barrier, au sud du lac Turkana, où ces deux communautés se côtoient, avait été retenu pour un projet de développement local (projet « Geothermal Village ») qui n'a pas encore retenu l'attention des bailleurs (Varet et al. 2014).

Figure 11 : Cartes des principales communautés de la vallée du rift (tracé schématique de ses limites en rouge) du Kenya et d'Ethiopie. Dans l'Ethiopie fédérale, le découpage administratif (« regional states ») correspond aux différentes « nations » et les zones actives recourent du nord au sud les pays Afar, Oromo (ou Galla) et diverses ethnies du sud (SNNPRS= South Nation, Nationalities and People Regional State) dont Turkana.



Dans l'exposé qui suit, qui ne peut être exhaustif, nous ferons ressortir quelques points saillants qui – dans l'état initial de nos travaux – guideront les approfondissements envisagés de nos recherches. Le point de départ sera les Massaï, qui sont le point focal actuel, générateur du sujet de thèse, compte tenu des problèmes déjà posés par les développements en cours à Olkaria. Nous évoquerons aussi le cas des Turkana, où la géothermie n'est pas encore considérée malgré des ressources importantes, mais où la population s'est heurtée au développement en cours de l'exploration pétrolière, entraînant une réflexion des pouvoirs publics kenyans sur la mise en œuvre de la législation minière (une évolution qui se rapproche de la situation française actuelle à bien des égards). Puis nous évoquerons les évolutions en cours en pays Afar éthiopien, en pleine mutation sociale, économique et politique. Enfin, la présentation de nos récentes investigations de terrain dans la région du lac Baringo en pays Pokot sont destinées à recueillir la critique et les conseils de spécialistes SHS engagés dans des démarches analogues afin d'améliorer notre méthodologie. Pour finir, nous dirons quelques mots concernant les perspectives en pays Luo, bien connu de l'auteure.

Tensions en pays Massaï impacté par les installations d'Olkaria

La population Massaï habite le plancher de la vallée du rift dans la partie Sud du Kenya et Nord de la Tanzanie, région active au plan tectonique, volcanique et hydrothermal où se concentrent plusieurs sites géothermiques majeurs dont Olkaria, Eburru, Longonot, Suswa et Magadi au Kenya et les principaux sites futurs de Tanzanie. Ce sont des éleveurs, semi-nomades, vivant en équilibre avec le milieu naturel (flore-faune, Fig.12). Ils ont été historiquement considérés comme non-propriétaires de leurs terres, qui ont été confisquées pour de vastes projets agro-industriels (élevage laitier, plantations diverses, roseraies, serriculture...), successivement par la colonisation anglaise, puis par une appropriation post-coloniale par les « libérateurs » et reventes ou locations à des entreprises d'origine étrangères. De vastes espaces ont également été affectés à des parcs nationaux, des voies de communication et des villes, dont la capitale du Kenya, Nairobi. Le territoire des Massaï s'est ainsi rétréci, les communautés Massaï concernées recevant en compensation un pourcentage des droits d'entrées acquittés par les étrangers pour visiter les Parcs Nationaux. Ils ont également pu développer, au voisinage des Parcs Nationaux, une activité touristique rémunératrice (hôtellerie, visites et accueil, vente de produits artisanaux...). Les Massaï sont ainsi placés de longue date dans cette situation ambiguë de reconnaissance et de valorisation de leurs particularités culturelles et de maintien hors circuit du développement économique et social. Néanmoins, le développement de l'éducation (publique ou du fait des églises) et des moyens de communication (téléphonie mobile très développée, internet et réseaux sociaux) entraîne une prise de conscience accrue des discriminations dont la communauté fait l'objet. De ce fait, au sein des communautés Massaï actuellement déplacées par les installations de géothermie ou menacées de l'être, se développe une opposition aux projets qui risque de compromettre un développement pourtant bénéfique à l'économie Kenyane s'il était correctement conçu au plan social.

Figure 12a : Village Massaï élevage en milieu naturel, en équilibre avec nature « sauvage »



Figure 12b : Habitat Massai, couverture et isolations en terre mélangée de bouse de vache



Bien que nos recherches en pays Massai viennent de commencer, le premier constat est le suivant :

- Un gros travail reste à faire pour informer ces populations concernant les applications de la géothermie susceptibles d'être développées à leur profit direct.
- L'approche sociale repose sur un travail de sensibilisation, en particulier des femmes, concernant les services rendus par la géothermie susceptibles de réduire leurs tâches les plus pénibles (transport du bois et de l'eau).
- Une réappropriation de la géothermie est nécessaire par le biais de formes de production plus proches des besoins que la seule production électrique de puissance à partir d'un réseau de puits profonds (usage direct de la chaleur, exploitation de ressources superficielles...)
- Le lien est à assurer avec pratiques ancestrales : argile blanche et rouge - des dépôts hydrothermaux - utilisée dans les cérémonies initiatiques, approvisionnement en eau par condensation de la vapeur, lavage, usage direct de l'énergie...)
- La démarche passe par la conception et la mise en œuvre de projets maîtrisés par la communauté (cf. le précédent Maori) ; une première opération de démonstration type « Geothermal Village » aiderait à crédibiliser la démarche.
- Une réelle participation des communautés aux projets passe aussi par une révision -indispensable à notre sens - des procédures « Banque Mondiale » qui s'imposent aux opérateurs.

Fruit des révoltes des Turkana confrontés aux travaux pétroliers

Les communautés Turkana situées au Nord du Kenya et au Sud de l’Ethiopie sont les plus pauvres et les plus isolées. Cette région de basse altitude où le rift s’est développé entre les deux bombements lithosphériques (avec de hauts-plateaux relativement bien arrosés), se caractérise par une pluviosité de moins de 100mm/an. Le climat y est en conséquence très aride, les périodes de sécheresse augmentant sous l’effet du changement climatique. Zone frontière politique et tribale (les Turkana côtoient les Samburu avec des limites fluctuantes au sud du lac Turkana), la région connaît des problèmes d’insécurité. Les découvertes de pétrole récentes dans la partie ouest du rift se sont traduites par une prise de conscience par ces pasteurs semi-nomades de leur droit sur leurs terres. *“If ‘we the people’ don’t stand up for our collective interest, no one else will do it for us”*: les découvertes pétrolières “historiques” ayant été décrites comme “une chance unique de supprimer la pauvreté et de relever les niveaux de vie dans le pays », les communautés Turkana se sont soulevées en 2013 contre l’absence de partage des bénéfices entre l’Etat et l’économie locale. La lutte engagée par ces communautés a eu quelques conséquences politiques au niveau de l’Etat Kenyan et entraîné une modification des procédures d’attribution des permis. Une concertation locale est désormais requise à l’amont des projets comme condition d’attribution des permis d’exploration.

Cet « acquis » communautaire devrait désormais - à la demande de l’administration kenyane - s’appliquer également aux projets de géothermie. Et son retentissement parmi les autres minorités ethniques kenyanes devrait entraîner une préoccupation accrue - y compris chez les Massai traditionnellement plus docile - aboutissant à une meilleure prise en compte des intérêts locaux dans les projets de géothermie en cours de conception et développement.

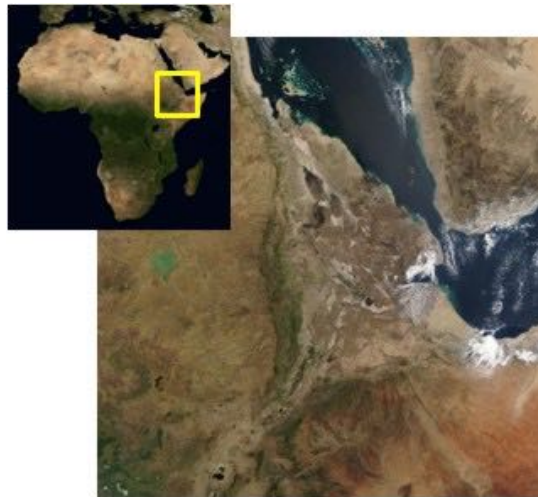
Figure 13: Le volcan Barrier, sur la rive sud du lac Turkana (Kenya) à la limite des counties Turkana et Samburu a été retenu comme site de démonstration du concept « Geothermal Village » (J.Varet et al., 2014 et ce volume). Photo : Smithsonian Institution.



Innovation en cours en pays Afar

Le territoire Afar correspond à cet ensemble à basse altitude située entre les hauts plateaux Nubien et Somalien en Ethiopie, et les rives de la Mer rouge et du Golfe d'Aden. Il s'étend sur le NE de l'Ethiopie, le SE de l'Erythrée et le NW de la république de Djibouti (Fig. 14). Dans l'actuelle République Fédérale d'Ethiopie, le découpage administratif reconnaît désormais l'Afar comme un « Regional State », doté d'une capitale, d'une université, et d'une capacité d'initiative économique. Il faut dire que les maquisards du Front de Libération Afar (ALF) ont pris une part active dans l'éviction de la dictature Mengistu.

Figure 14 : L'Afar, bas-pays entouré par les hauts plateaux, jonction émergée des dorsales de la Mer Rouge, du Golfe d'Aden et du Rift Est Africain



Les Afar sont des nomades vivant dans un environnement particulièrement aride (très faible pluviosité) et des terres volcaniques scoriacées et faillées le plus souvent dépourvue de sols. A l'exception notable des contreforts du plateau Ethiopien et de la vallée de l'Awash et de ses affluents (Mille notamment) qui se perd dans les marécages avoisinant le lac Abhe (sur la frontière avec Djibouti). L'activité tectonique, volcanique et hydrothermale exceptionnelle de cette région (qui ressemble à bien des égards à l'Islande, à la différence du climat) a été reconnue très tôt par les travaux de recherche franco-italiens (CNRS-CNR, 1967-1976) qui ont induit les premiers projets de géothermie en Ethiopie et à Djibouti (Fig. 15). Du point de vue des communautés Afar, les diverses formes de manifestations thermales (fumeroles, émanations de vapeur, sources chaudes, sols chauds et humides) sont bien connues et largement utilisées (herbe « fialé » pour l'élevage, condensation de vapeur pour production d'eau, villages voisinant les sources thermales). L'appropriation de la ressource peut en conséquence être considérée comme totale et historique même s'il s'agit de « cueillette » et d'exploitations artisanales plus que de réalisations industrielles.

Figure 15 : L'Afar, « plancher océanique » émergé, est le lieu d'une intense activité volcanique, tectonique et hydrothermale



Figure 16 : Un géologue (J.Varet) découvre l'usage artisanal de géothermie par les Afar. L'homme Afar n'est pas armé d'un fusil, il porte une pioche et vient de construire une cave de condensation de vapeur au pied du volcan Ma'alalta. (Photo F.Barberi, 1977)



Au sein de la communauté Afar, on trouve des individus de grande clairvoyance politique et économique, qui ont su faire valoir les intérêts de la population dans les processus de reconstruction en cours. Ismail Ali Gardo est l'un d'eux, qui a contribué à la constitution de Trust Afar désormais propriétaires de plantations de sucre et de coton dans la boucle de l'Awash. Avec l'aide du Ras Mengesha, ex. gouverneur du Tigré, héritier de la couronne de retour des Etats Unis où il s'était réfugié, et du Colonel Atsede, jeune femme de la famille impériale qui a acquis ses galons comme combattante de l'AFL (Fig.17), ce sont les principaux acteurs de la création, en 2014, de la « Afar Geothermal Development Company ».

Figure 17 : Les concepteurs du projet de société Afar de Géothermie: Ismail Ali Gardo, Jacques Varet, Ras Mengesha Seyoum, Colonel Anbesit (Addis Abeba, 2014). Les premiers contacts datent de 50 ans plus tôt (H.Tazieff – Ras Mengesha Seyoum, 1967, en Afar)



Figure 18 : Village du nord de l'Afar : le vote des statuts de la Société Afar de Développement de Géothermie en 2014



Comme on le voit dans ce cas, le développement de la prise de conscience, puis de l'appropriation des projets de développement de la géothermie à venir en pays Afar résulte d'un travail de longue haleine (près de 50 ans), d'une succession de péripéties politico-sociales porteuses de changement : mobilisation populaire, combat de libération, mise en place d'institutions, relations inter-communautaires (Afar -Tigré) et internationales (lien avec monde de la recherche franco-italien). Cette évolution passe aussi par l'implication de personnalités marquantes (Ras Mengesha, Haroun Tazieff, Ismail Ali Gardo, Colonel Atsede...) transcendant les clivages ou blocages traditionnels. Rien n'est gagné néanmoins dans la mesure où la compagnie n'a encore aucune réalisation à son actif.

Figure 19 : Les administrateurs de la Société Afar de Développement de la Géothermie : Ismail Ali Gardofait le compte des billets, apport en capital des tribus, le Colonel Anbesit Nebro en habit traditionnel Afar



Travaux de terrain engagés dans la région du Lac Baringo (pays Pokot)

Nos travaux se sont plus récemment portés (aout 2015) dans le cadre de cette thèse qui s'engage à l'EHESS sur la partie centre-nord du Rift Kenyan où se rencontrent de nombreuses manifestations géothermales, que ce soit au sein de massifs volcaniques complexes disposant de larges potentiels (plusieurs centaines de MWe) déjà identifiés comme des cibles de développement par la GDC (Geothermal Development Company), ou de manifestations plus locales, émergent à la faveur des failles qui lacèrent cette région particulièrement active.

Les Pokot, qui font partie d'un regroupement tribal du centre du Kenya appelé Kalenjin (constitué pour mieux peser sur le pouvoir central), sont une ethnie qui a sa propre langue et a conservé ses pratiques traditionnelles basées sur le pastoralisme (semi-nomade), la mixité agriculture - élevage (cultures sur brulis à proximité des habitations), avec un habitat dispersé (Fig. 20). Au bord du lac Baringo et sur ses îles, ce sont aussi des pêcheurs. Les Pokot sont christianisés et très pratiquant comme ailleurs au Kenya, mais ont généralement conservés de nombreuses croyances traditionnelles, dont plusieurs se relient au thermalisme, avec des pratiques diverses selon les sites. C'est une communauté mal connue, mais études ethnographiques en cours (françaises, allemandes...) devraient aider à préciser les ressorts d'une appropriation locale du développement de la géothermie.

Nous avons pu passer plusieurs journées au contact de ces communautés pour les informer du potentiel géothermique de leur territoire. Les rencontres se sont faites dans les écoles, seuls bâtiments « en dur » de la région (Fig. 21). Ayant vu passer des engins d'exploration géophysique et de terrassement, ils se sont montrés avides de connaissances et particulièrement intéressés de comprendre le lien existant entre les manifestations qu'ils connaissent bien et les ressources énergétiques dont ils pourraient éventuellement bénéficier si les projets à venir sont conçus dans la perspective de la prise en compte de leurs besoins. Outre les applications domestiques et touristiques, les possibilités de séchage et de conservation des produits de l'élevage, de la pêche et de l'agriculture ont particulièrement éveillé l'intérêt des diverses parties prenantes.

Figure 20 : Village Pokot au pied du volcan Paka



Figure 21a : Rencontres à l'école primaire de Chemoril, seul bâtiment public (9 Aout 2015) : les participants du premier meeting (les officiels: Leaders et stakeholders)



Figure 21b : rencontre de membres de la communauté, exposé et échanges sur le site de l'école publique de Chemoril



Figure 22 : Un intérêt marqué pour le concept de « Geothermal Village » (Ecole de Chemoril)



Figure 23 : Les femmes et les enfants se montrent aussi intéressés que les adultes de cette communauté de pêcheurs du lac Baringo (Ecole publique Chesesoi/Loruk).



Figure 24 : Cadeau de départ des Pokot pêcheurs de Chesesoi/Loruk : le poisson est vendu 5Ksh (5cts Euro) sur le marché local, 50-100Ksh (0.5 – 1Euro) à Nairobi. Le séchage du poisson par géothermie permettrait d'écouler une partie de la production à meilleur prix



La prochaine étape va consister à visiter plusieurs sites de développement potentiels dans lesquels des manifestations de surface côtoient des implantations humaines où se concentre une demande suffisante pour justifier d'un investissement en géothermie. Une entreprise communautaire existante (Loyamorok Community Trust) sera en mesure de servir de vecteur à ce développement spécifique.

Perspectives en pays Luo

Dans l'ouest du Kenya, sur les rives du lac Victoria, les Luo sont des cultivateurs, éleveurs et pêcheurs. Christianisés (souvent anglicans), ils n'ont pas été dépossédés de leurs terres lors de la colonisation et ont souvent bénéficié d'un niveau de scolarisation supérieur au reste du pays. Le « Nyanza Rift », structure tectonique reliant les deux branches du grand rift de part et d'autre du lac, traverse le pays d'Est en Ouest et Homa Hills est un volcan récent, avec plusieurs manifestations géothermales de surface et des ressources géothermiques encore inexploitées. C'est un site qui présente des possibilités de production d'électricité et d'énergie (séchage pour conservation des céréales, des produits d'élevage et de la pêche). Il ne devrait pas y avoir d'obstacle au développement local (hormis capital et technologie), compte tenu des caractéristiques de cette communauté où le niveau d'éducation et d'organisation sociale (nombreuses associations et entreprises) est plus élevé que dans d'autres parties du pays. L'aspiration au développement est forte dans cette patrie d'Obama (Fig. 27).

Figure 25 : Le site géothermal de Homa Hills

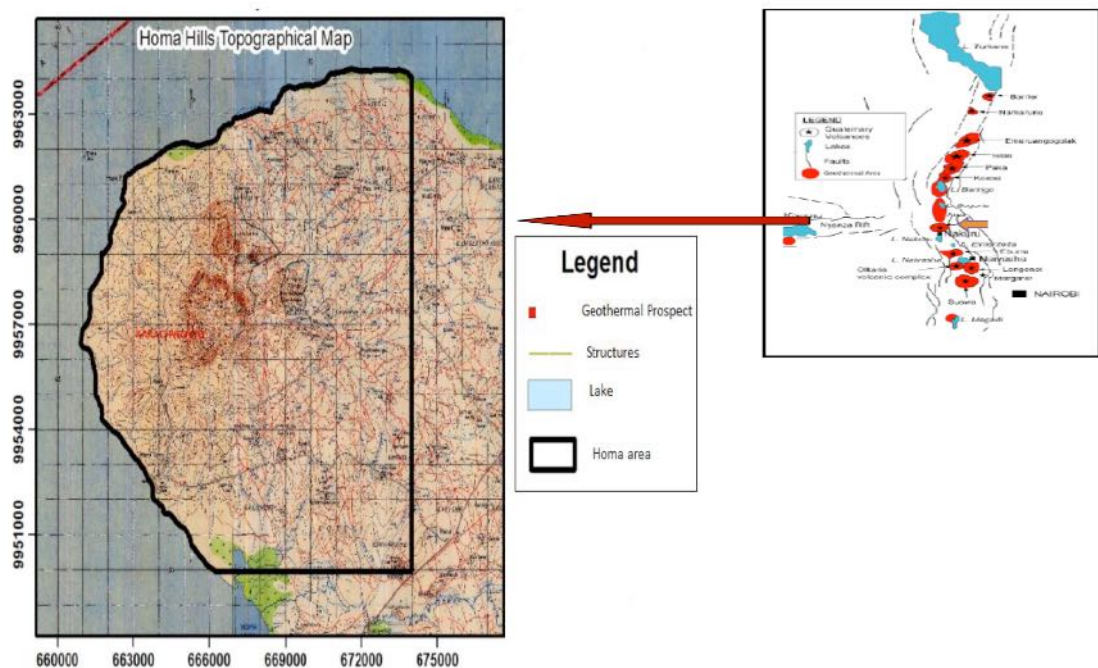


Figure 26 : Village Luo, sur la rive Est du Lac Victoria, et habitat traditionnel Luo : agriculteurs, éleveurs et pêcheurs.



Figure 27 : Au pays d'Obama, le rêve Luo du développement.



Premières conclusions

Il est possible de retenir quelques leçons de l'expérience des projets de basse enthalpie en France, malgré les fortes différences sociales. La première chose à faire est de prendre connaissance de la demande locale et de diffuser dans la population des informations sur la ressource géothermale et la diversité des solutions qu'elle peut apporter pour répondre aux besoins locaux dans une optique de transition énergétique et de développement durable bénéficiant pleinement des ressources locales. Les projets sont ensuite construits pour répondre à cette demande sur la base d'entités juridiques locales garantissant la prise en compte des intérêts des communautés concernées. L'enjeu social de la transition énergétique est différent en Afrique et en Europe. Il ne s'agit pas de se libérer des énergies fossiles, mais de se doter de systèmes de production basés sur les énergies renouvelables en les rendant accessibles pour les communautés rurales. Le plus souvent, ces communautés n'ont

accès à aucun service de distribution: ni d'eau, ni d'énergie. L'eau est souvent le problème majeur, avant même l'énergie. Mais les deux sont de fait étroitement liés (cf. production d'eau thermale potable ou par condensation de vapeur, ou énergie de pompage de l'eau souterraine). L'eau et l'énergie sont aussi un des principaux enjeux pour les genres, du fait de la répartition traditionnelle de responsabilités qui laisse aux femmes ces tâches, avec :

- un apprentissage dès le plus jeune âge (Fig. 28)
- une tradition multiséculaire (Fig. 29) qui rend nécessaire un gros travail d'information et d'éducation ciblé sur les genres.

Figure 28 : Collecte de l'eau de condensation de la vapeur (Alutu, Ethiopie) impliquant les femmes et les jeunes filles dès le plus jeune âge



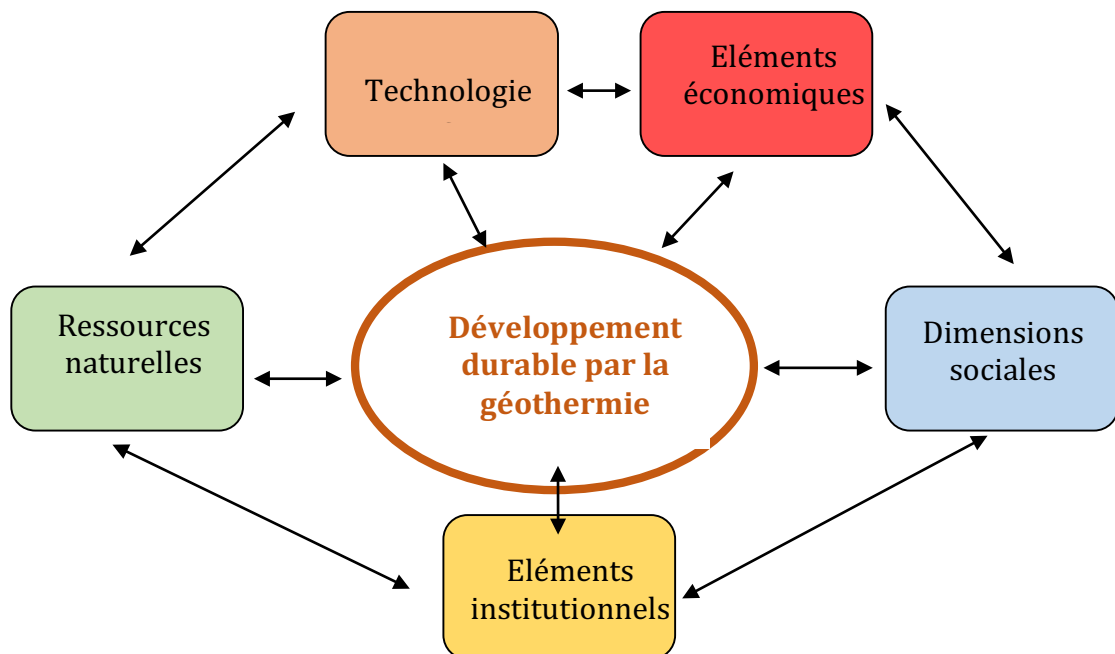
Figure 29 : Les femmes au puits : la même image remontant aux temps immémoriaux, y compris avec ancrage des religions du livre (un enjeu pour le changement social!)



Dans l'approche qui sera poursuivie, nous chercherons à nous assurer d'une démarche centrée sur les conditions de vie, en particulier au niveau domestique et de la production tant vivrière que de rapport, qui prenne en compte également, et interfère avec quatre éléments cardinaux (Fig. 30):

- Les ressources naturelles, en premier lieu les ressources géologiques et plus particulièrement géothermiques et en eau souterraine, pour s'assurer d'une forme d'exploitation durable. La même démarche s'applique bien entendu aussi aux ressources biologiques, qu'elles soient le fruit de la cueillette, de la chasse, de la pêche, de l'élevage ou de la production agricole.
- La dimension sociale et plus particulièrement la participation de toutes les parties prenantes au système de décision et aux divers aspects du projet de développement. A cet égard, une attention particulière est portée sur les genres (rôle des femmes et des enfants en particulier), et sur l'éducation et la communication. L'ensemble doit reposer sur de solides connaissances anthropologiques et sociologiques qui font l'objet de la thèse engagée.
- La dimension institutionnelle est tout aussi importante, puisque l'on sait que les procédures actuelles sont dérivées des règles établies par les bailleurs internationaux, notamment la Banque Mondiale. Celles-ci s'imposent aux Etats qui ont souvent dû adapter leur législation en conséquence, comme aux opérateurs. En conséquence, le travail de recherche engagé vise aussi à prendre en compte et à faire évoluer les principes de gouvernance actuellement retenus par les divers acteurs institutionnels.

Figure 30 : Caractéristiques principales de l'approche proposée pour une nouvelle approche du développement de la transition énergétique par la géothermie



- Enfin, la dimension économique est bien entendu incontournable, et aucun projet ne peut voir le jour sans démonstration préalable de sa faisabilité. La difficulté découle du financement, car les projets énergétiques, et la géothermie en particulier, nécessitent de lourds investissements initiaux, avec un taux de retour de plusieurs années. Or les parties prenantes, notamment les populations locales, ne sont pas préparées à de telles réalités et cherchent souvent des gains plus immédiats. Ceci peut les amener à privilégier des solutions en apparence plus gratifiante dans le court terme, mais qui peuvent s'avérer défavorables à moyen long-terme.

Le changement que nous souhaitons promouvoir - pour un développement réellement durable basé sur une transition énergétique réussie impliquant l'optimisation de l'usage des ressources locales, notamment la géothermie -devra passer par (Fig. 31) :

- Une appropriation par la communauté de l'ensemble du projet ;
- Celui-ci aura été décidé par l'ensemble des composantes sociales - notamment à travers une approche par les genres (Fig. 32) ;
- Le travail d'identification des partenaires locaux les plus concernés et les plus aptes pour assurer la mobilisation de la communauté, incluant information, formation et communication (Fig. 33), préparera cette appropriation sociale, la décision de faire, et l'implication des parties dans le projet (sa conception, sa construction, son fonctionnement).

Figure 31: Principales étapes à franchir dans le processus de décision amenant à un changement social, du type de ce qui est nécessaire pour un projet de géothermie

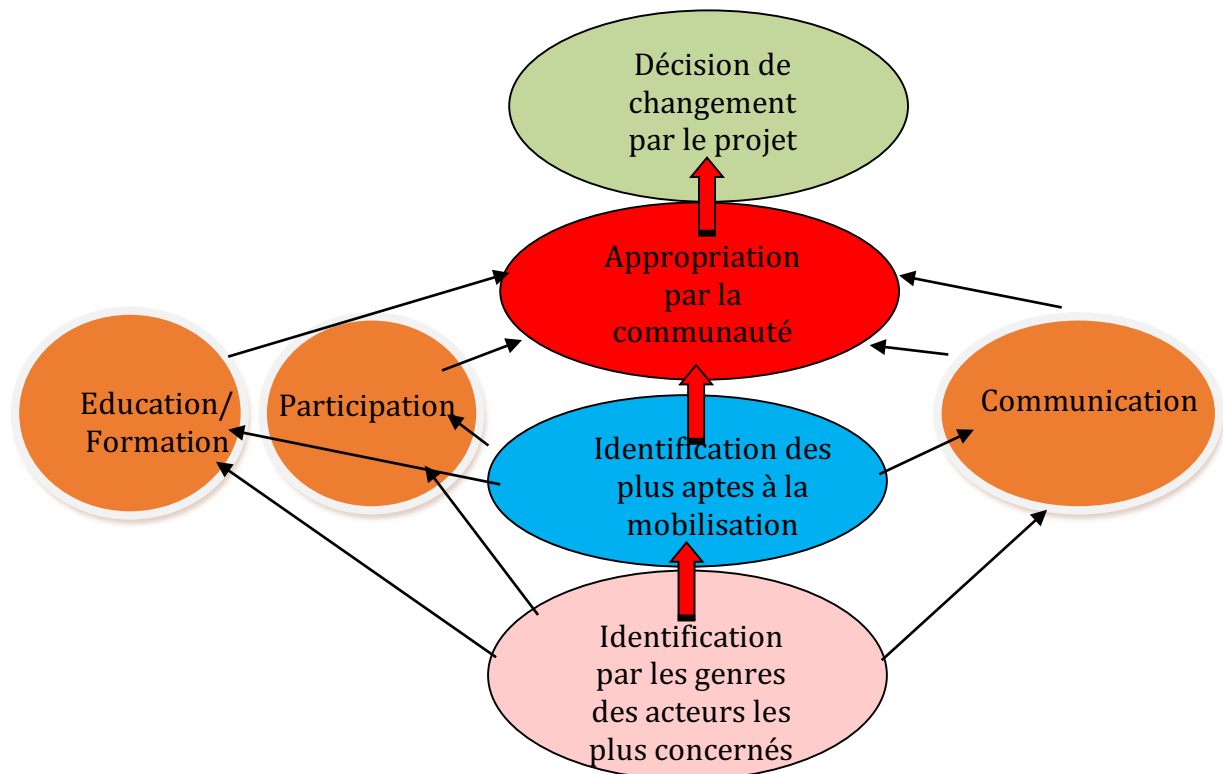
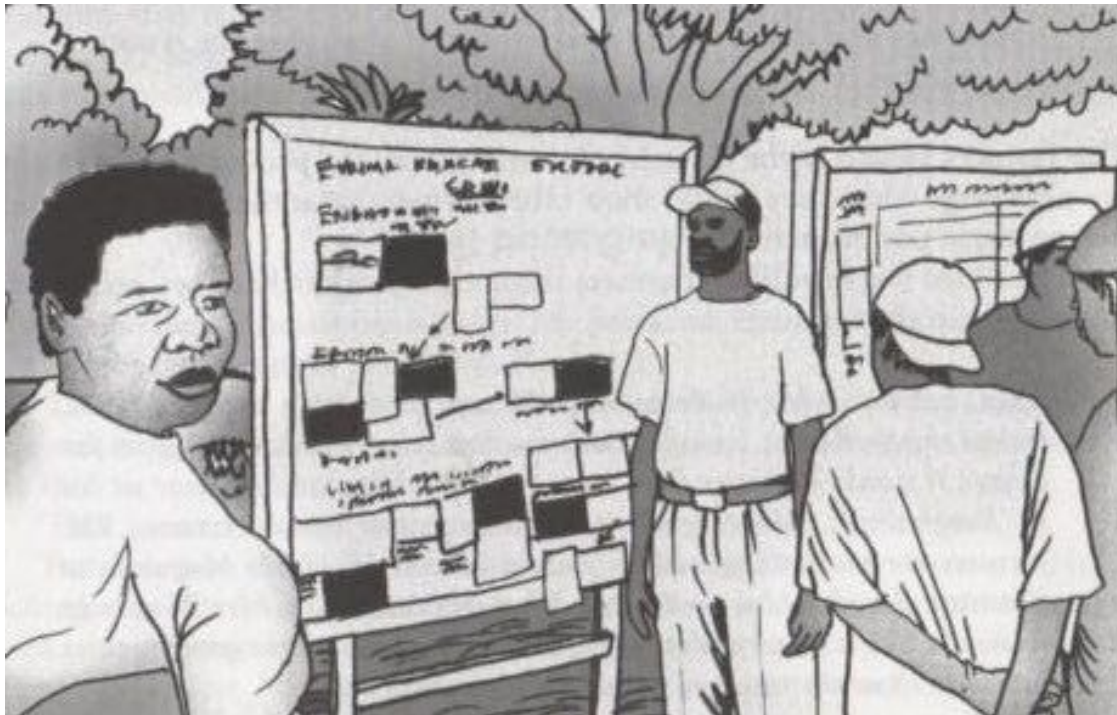


Figure 32 : S'assurer de l'implication de tous les groupes sociaux, pas seulement des leaders, en particulier par la mobilisation des femmes, qui sont les plus concernées par les enjeux de l'eau et de l'énergie : une participation qui ne se limite pas à applaudir !



Figure 33 : Nécessité de développer une approche adaptée à la diversité sociale au sein de la communauté pour s'assurer de l'adhésion de tous au processus de changement



La recherche en cours permet dorénavant et déjà d'assurer une première capitalisation de quelques-uns des paramètres à prendre en compte en matière d'approche sociale des projets de géothermie en Afrique de l'Est :

- Développer une base de données ouverte concernant les ressources (permettant l'information des populations locales)
- Identifier des zones de développement potentielles (nature et densité de la demande)

- Commencer par stimuler l'expression des besoins locaux, notamment par une approche adaptée de genres
- Puis créer des liens entre les acteurs locaux pour en faire des parties-prenantes au niveau communautaire local
- Développer une entité locale ad-hoc en mesure d'assurer le support juridique et économique du projet
- Engager l'étude de faisabilité pour le compte de l'entité locale ainsi constituée
- Stimuler un schéma financier à partir des productions induites et des économies d'énergies importées réalisées (mécanisme de prêt)
- S'organiser pour apporter une assistance au management local à travers un réseau d'acteurs

Au total, l'approche locale des projets – y compris dans les zones rurales isolées - ne peut se traiter que si elle s'intègre progressivement dans une vision globale concernant également les administrations et opérateurs nationaux comme les investisseurs étrangers ou les institutions internationales. Ceci tant pour ce qui concerne l'approche des ressources que pour ce qui concerne la dimension sociale (Fig. 34). La recherche engagée impliquant une mobilisation multidisciplinaire des sciences sociales interagissant avec celles sciences de l'ingénieur, devra en conséquence intégrer également ces composantes multidimensionnelles essentielles dans les procédés de décision en matière de transition énergétique.

Figure 34 : Diversité et complexité des composantes à prendre en compte dans une approche de la transition énergétique basée sur la géothermie en Afrique de l'Est.



Abréviations utilisées

AfDB	African Development Bank
AFD	Agence Française de Développement
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
EHESS	École des Hautes Etudes en Sciences Sociales
Etc	et cetera
GDC	Geothermal Development Company
Géo2D	Ressources Géologiques pour le Développement Durable
GRMF	Geothermal Risk Mitigation Facility
NERC	Natural Environmental Resource Council
SARL	Société Anonyme à Responsabilité Limitée
ICEIDA	Agence d'aide au Développement Islandaise
KenGen	Kenya Electricity Generating Company
MWe	Megawatt électrique
PNUD	Programme de Nations Unies pour le Développement
R&D	Recherche et Développement
RCP	Recherche Co-ordonnée sur Program
SHS	Sciences Humaines et Sociales
TDS	Total du Sel Dissout
USAID	United States Agency for International Development

Références bibliographiques

- AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP (2013), *Group : Environmental & Social Assessment Procedures : Basics For public sector operations.*, 22p.
- BESSETTE G., (2006), "People, land and water. Participatory Development", *Communication for Natural Resources management, IDRC. Earthcan, Ottawa*, 313p.
- DI PIPPO R. (1999), "Small geothermal power plants: design, performance and Economics", *Geo-Heat Center Oregon, Quarterly Bull*, vol 20, n°2.
- DI PIPPO R. (2008), *Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact*, 2nded, Elsevier, New York.
- ENTHINGH D.J, EASWARAN E., McLARTY L. (1994), "Small Geothermal Electric Systems for remote Power", *Geothermal Resources Council Bull*, vol 23, n°10.
- FEDERAL ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY (2004), *Guidelines to Prepare Environmental and Social Management Plan*, Addis Ababa. 9 p. Available from : http://www.epa.gov.et/Download/Guidelines/Environmental_Management_Plan_s.pdf
- GEOHERMAL ENERGY ASSOCIATION (2012), *Geothermal International Market Overview Report*. Available from GEA: <http://www.geo-energy.org>
- GOGUEL J., VARET J. (1999), "Geothermie", *Encyclopedia Universalis*.

- MARCH C., SMYTH I., MUKHOPADHYAY M.A (1999), *A guide to Gender-Analysis Frameworks: An Oxfam Publication: Oxford, Oxfam Print Unit.*
- GOVERNMENT OF KENYA (2015), *Environmental and Social Management Framework*, Ministry of Environment, Water and Natural Resources, Nairobi.
- <http://www.environment.go.ke/wp-content/uploads/2015/02/Environmental-and-Social-Management-Framework-for-KWSCR-Updated-Version..pdf>
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (2012), *IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability*, Washington, 72p.
- MARIITA N.O (2002), *The Socio-economic and Environmental Impact of Geothermal Energy on the Rural Poor in Kenya*. Report AFREPREN/FWD. 47p.
- MARIITA N.O (2010), "An Update on Applications to Direct-uses of Geothermal Energy Development in Kenya", *Proc. World Geothermal Congress*, 5 p.
- ONYANGO S., VARET J. (2014), "For a new social gender-based approach to geothermal development" *Proceedings 5th African Rift geothermal Conference, Arusha, Tanzania, 29-31 October.*
- RAFFERTY K. (2000), "Geothermal power generation; a prime on low-temperature, small-scale applications", *Geo-Heat Center, Oregon*, 12 p.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY, *Environmental Impact Assessment, Course Module 1 - 11* http://eia.unu.edu/course/index.html%3Fpage_id=173.html
- VARET J. (1982), *Géothermie basse énergie: usage direct de la chaleur*, Coll. Les Objectifs scientifiques de demain. Ed. Masson Paris. 1 vol, 201 p.
- VARET J. (1984), *Feasibility study and the implementation of the Fang ORC Plant (Thailand) for EGAT, the electric authority of Thailand*. BRM/CFG Report.
- VARET J. (2012), *Risorse geotermiche e loro sviluppo in aree di bassa e media temperatura: esempi della Francia*, Atti del convegno il Calore della Terra, Piancastagnano, (Siena, Italy).
- VARET J. (2013), « La géothermie en milieu rural », *Revue POUR*, 11 p.
- VARET J. (2014), « La géothermie en Afrique de l'Est », *Encyclopédie du Développement Durable* <http://encyclopedie-dd.org/varet-jacques.html>
- VARET J., OMENDA P., ACHIENG J., ONYANGO S. (2014), "The "Geothermal Village" Concept: A new approach to geothermal development in rural Africa. *Proceedings 5th African Rift Geothermal Conference, Arusha, Tanzania, 29-31 October.*
- WORLD BANK (1999), *Environmental Assessment UPDATE Sourcebook*, Washington, 8 p.
- WORLD BANK (1999), *7-4 Environmental Management Plan and Mitigation Measures: Components of an environmental management plan*, Washington.
- <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTOPMANUAL/0,,menuPK:64701637~pagePK:51628525~piPK:64857279~theSitePK:502184,00.html>
- WORLD BANK (2013), *OP 4.01 - Environmental Assessment*, Washington.

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTOPMANUAL/0,,menuPK:64701637~pagePK:51628525~piPK:64857279~theSitePK:502184,00.html>

WORLD BANK (2002), *The World Bank Policy on Disclosure of Information: Resettlement Instruments and Indigenous Peoples' Development Plans*, Washington, 2002.

VIMMERSTEDT L. (1998), *Opportunities for small geothermal projects: rural power for Latin America, the Caribbean, and the Philippines*, National Renewable Energy Laboratory report. NREL/TP-520-22792, Golden, Co, 65 p.

Sites Web faisant référence aux questions sociales liées à la géothermie

<http://unu.edu/publications/articles/making-a-difference-through-geothermal-energy-2.html>

<http://www.thinkafricapress.com/kenya/biggest-geothermal-project-continent-spurs-hope-among-locals>

<http://thinkafricapress.com/economy/potential-energy-tapping-africas-renewable-resources>

<http://thinkafricapress.com/environment/africa-green-economy>

<http://dissertationrecipes.com/wp-content/uploads/2011/04/Creating-the-Problem-Statement.pdf>

<http://www.theguardian.com/global-development/poverty-matters/2013/nov/22/kenya-geothermal-power-energy-revolution>

<https://pangea.stanford.edu/ERE/pdf/IGAstandard/SGW/2013/Sutter.pdf>

www.un.org/africarenewal/Rio+20

<http://www.uncsd2012.org/rio20/index.html>

<http://harare24.com/index-id-news-zk-13244.html#sthash.eXrtm3Tw.dpuf>

<http://harare24.com/index-id-news-zk-13244.html>

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48396/5507-cmci-nairobi-workshop-summary.pdf

<http://intercontinentalcry.org/forceful-evictions-of-maasai-leave-homes-burned-and-thousands-homeless-in-naivasha-kenya/>
<http://intercontinentalcry.org/kenya-forceful-evictions-of-maasai-from-narasha-a-recipe-for-tribal-clashes-19921/?replytocom=243368#respond>

<http://www.climateinvestmentfunds.org/cifnet/sites/default/files/Kenya%20Menegai%20Geothermal%20Development%20Project%20Supplementary%20Doc%20-%20Approved.pdf>

<http://intercontinentalcry.org/forceful-evictions-of-maasai-leave-homes-burned-and-thousands-homeless-in-naivasha-kenya/>

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTENERGY2/0,,contentMDK:23338508~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:4114200,00.html>

<http://thinkafricapress.com/kenya/electricity-king>

<http://thinkprogress.org/climate/2012/09/09/512010/budding-geothermal-markets-light-up-east-africa/>

<http://dissertationrecipes.com/wp-content/uploads/2011/04/Creating-the-Problem-Statement.pdf>

<http://www.energia.org/fileadmin/files/media/reports/KenyaGenderFlyerTIE-ENERGIAfull.pdf>

http://www.energia.org/fileadmin/files/media/reports/Kenya_gender_audit_report.pdf

<http://nai.diva-portal.org/smash/get/diva2:274405/FULLTEXT01>

<http://www.sv.uio.no/iss/english/research/projects/solar-transitions/about/www.scode.co.ke/Review.doc>

<http://www.worldbank.org/en/country/kenya/overview>

<http://www.unep.ch/etb/areas/pdf/Kenya%20ReportFINAL.pdf>

<http://geothermal.org/PDFs/Articles/10MarApril24.pdf>

<http://www.os.is/gogn/unu-gtp-sc/UNU-GTP-SC-04-16.pdf>

http://www.fig.net/pub/fig2010/papers/ts01e%5Cts01e_oduor_3857.pdf