

Les mini-réseaux décentralisés en Afrique rurale, des  
« îlots énergétiques » autonomes ?

Etude de cas: la vie d'un mini-réseau sénégalais  
pendant 7 années

*Emilie Etienne, PhD candidate, Schneider Electric  
& laboratoires Pacte et Gael*

*Pierre Robert, MCF en Sciences Economiques,  
CLERSE, Université de Lille*

**Observatoire de la Transition Energétique**  
**26 mai 2023**



# Contenu



**« Ca marche tout seul »: la vision d'autonomie des solutions solaires hors-réseau**



La vie d'un mini-réseau sénégalais: une enquête sur 7 ans  
(avec Pierre Robert)

« [Le photovoltaïque] est évidemment, pour les pays en voie de développement, l'énergie miracle : ça marche tout seul, et sans entretien »

Henry Durand,  
Président du Commissariat à l'Énergie Solaire, 1981  
[\[entretien dans le journal Le Monde\]](#)

# Les solutions solaires décentralisées dans le temps

- Sénégal : 50% des mini-réseaux d'un programme de coopération ne fonctionnent plus (**durée de vie moyenne = 6 ans**) (Semis, 2020)
- Madagascar : dans certains mini-réseaux, les **taux de déconnexion atteignent 50 %** (Cholez & Trompette, 2019; André-Bataille et al., 2020)
- Sud Global: **La moitié d'un échantillon de 50 mini-réseaux semble avoir échoué** selon une méthodologie de données lumineuses (Berthélémy & Maurel, 2021)
- Kenya : **1/5 des produits solaires cessent de fonctionner dans les 18 mois** suivant l'achat (Cross et Murray, 2018)



Lampes solaires hors d'usage stockées par un électricien d'un village Kenyan. Source: Emilie Etienne, mai 2022.

# Les mini-réseaux (MG) solaires: la vision d'îlots énergétiques avec un fonctionnement autonome

## **Notions associées:**

*Maintenance préventive et corrective, réparabilité (Spear et al., 2020; Numminen et al., 2019)*

- Formation de villageois à la maintenance

**Technique**  
continuité du système

- (operational) « cost-reflective tarifs »

**Financière**  
viabilité économique

## **Notions associées:**

*Business model, fluctuation des revenus (Bandi et al., 2022; Kirubi et al., 2009; Ulsrud et al., 2018)*

## **Notions associées:**

*Common Pool Ressources, Participation, Démocratie Énergétique (Gollwitzer et al., 2018; Wahlund, 2022)*

- Comité de gestion pour gérer les conflits et détecter les fraudes

**Institutionnelle**  
Auto-gouvernance

**Consommation et usage**  
Niveau satisfaisant de service

- « Fuel switching »

## **Notions associées:**

*Justice énergétique, échelle énergétique (Masera et al., 1997; Jenkins et al., 2016)*

# Contenu



« Ca marche tout seul »: la vision d'autonomie des solutions solaires hors-réseau



**La vie d'un mini-réseau sénégalais: une enquête sur 7 ans  
(avec Pierre Robert)**

# Le programme ERSEN, une centaine de mini-réseaux au Sénégal

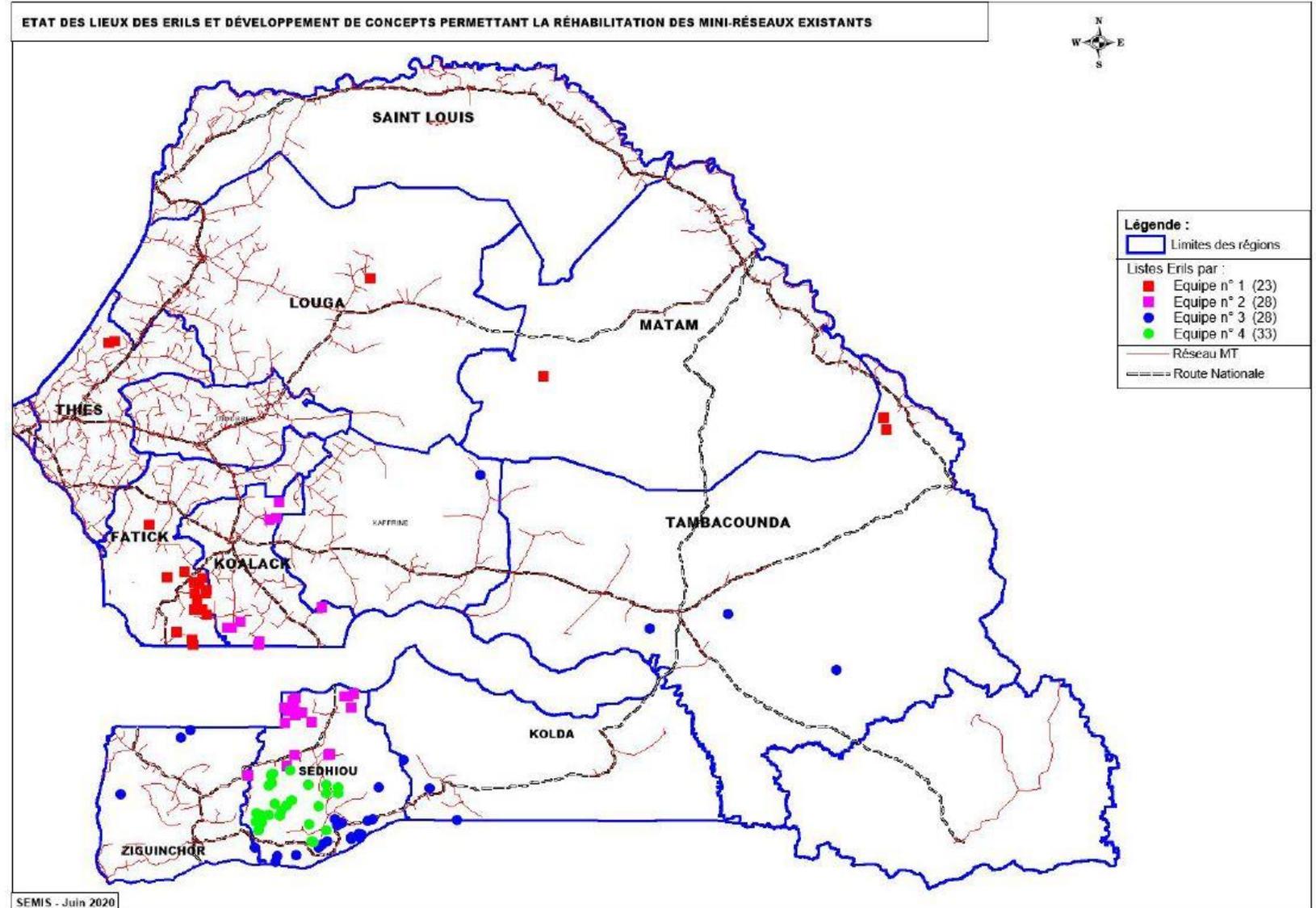
1998: réforme du secteur de l'électrification rurale

3 types d'acteurs:

1. Opérateur historique (SENELEC)
2. Concession d'électrification rurale (entreprises étrangères + sénégalaises)
3. ERIL: Electrification Rurale d'Initiative Locale

Programme ERSEN, porté par la coopération allemande, entre 2006 et 2017:

⇒ Une centaine de mini-réseaux de type ERIL





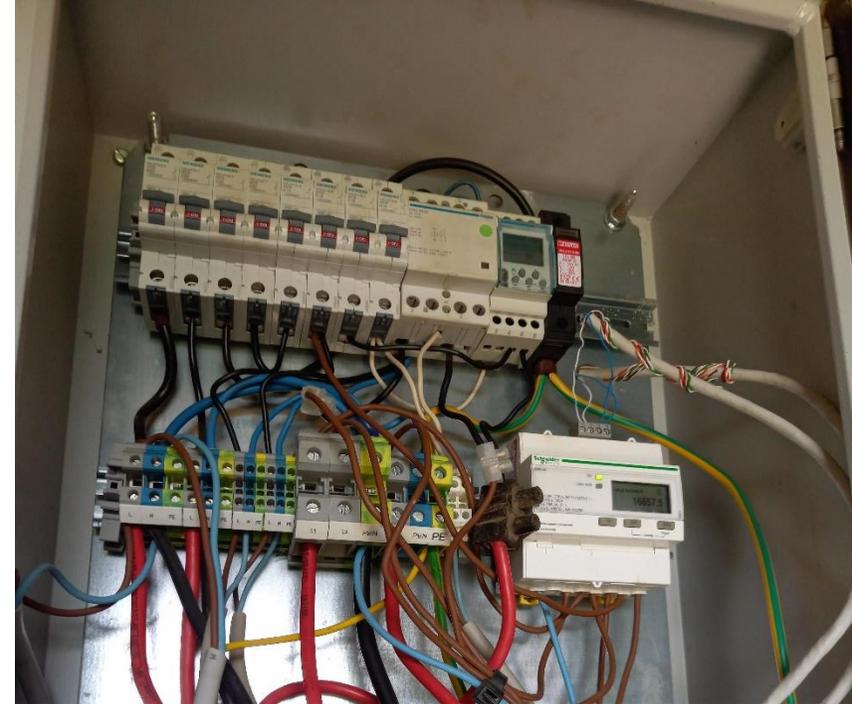
## Modèle des mini-réseaux ERSEN:

5kWa en solaire

10kWa en générateur diésel

Tarification fixe (niveau de forfait)

Électricité au minimum 6h/24



# Pérennité des mini-réseaux sénégalais (étude Semis)

**Données clés de l'étude** ([lien](#) – section « L'étude etat des lieux des erils et recommandations »):

- Réalisée en 2020 sur 98 MG (solaires et solaire-diesel), principalement d'ERSEN
- Etude commanditée par le Ministère du Pétrole et de l'Energie, l'ASER et de la coopération allemande

## Résultats principaux:

- 52% des MG sont à l'arrêt
- Faible taux de fonctionnement: en moyenne, 3h par jour (le contrat précise au moins 6 heures/jour)
  - les deux MG qui ont un fonctionnement 24H/24 ont été équipés de compteurs à prépaiement.
- Très faibles taux de satisfaction des usagers liés à la qualité (coupures, instabilité), quantité (heures d'électricité disponibles) et le prix
- Taux de recouvrement très disparate d'un opérateur à l'autre: entre 5% à 90%.
- Doléance générale des usagers: avoir un service continu 24h/24 + compteur électrique de type prépaiement

# Comprendre la vie du mini-réseau de Keur

Un design de recherche ad-hoc: données récoltées en l'espace de 7 ans, par P. Robert & E. Etienne

Methods	Public	Number of people interviewed
Interviews	Villagers of Keur	7 in 2021 (EE)
		1 in 2015 (PR)
	Operator of the Keur MG	1 in 2016 (P. Trompette and R. Francius)
	Public actors (mayor, Ministry of Energy, Rural Electrification Agency, national electricity company, etc.)	6 in 2015 (PR) 9 in 2021 (EE)
	German Cooperation Agency (GIZ)	5 in 2015 (PR) 4 in 2021 (EE)
	Others (experts, NGOs, cooperation agencies working in Senegal, energy companies, etc.)	10 in 2015 (EE) 15 in 2021 (EE)

Methods	Public	Number of people interviewed
		50 in 2014 (PR)
Questionnaires	Households of Keur	42 in 2015 (PR)
Focus groups	Villagers	22 in 2021 (EE)
	National meetings with public actors and development agencies	2 meetings (in 2015 and 2021)
Participatory observation	Villagers' practices and interactions	1 week in 2014-2015 2 days and 2 nights in 2021

# 1. Autonomie technique : la dégradation technique est liée au dimensionnement du MG et aux pratiques

2010	2012	2014	2017	2019	Fév. 2021	Sept. 2021
First visits in the village with the ward representative.	The microgrid's construction starts.	The microgrid starts providing electricity.	Batteries start failing, public lighting is put on hold.	Batteries are replaced as well as the inverter. The roof of the storage building collapses and damages two solar panels.	Last visit of the private operator. Electricity is available everyday between 2pm and 11pm.	Electricity is available from 6pm to midnight every other day.



## 2.1 Un *business model* qui n'atteint pas la viabilité économique

	Monthly fees	Connexion costs	Appliances	Number of connected households (2015)	Number of connected households (2021)
<b>Service level 4</b>	16 000 CFA (~25€)	100 000 CFA (~152€)	14 lighting bulbs + 1 fridge + 1 colour television	3	1
<b>Service level 3</b>	8 500 CFA (~13€)	55 000 CFA (~84€)	11 lighting bulbs + 1 colour television + 1 radio	1	1
<b>Service level 2</b>	6 000 CFA (~9€)	35 000 CFA (~53€)	7 lighting bulbs + 1 black and white television	8	4
<b>Service level 1</b>	3 500 CFA (~5€)	20 000 CFA (~30€)	4 lighting bulbs + 1 radio	18	29

**Niveau 1 :**  
Représente 10% des revenus des femmes, 7% pour les hommes (moyenne du bassin arachidier en 2019)

En 2014, 33 foyers rapportaient des difficultés financières pour se nourrir.

## 2.2 Variation intra-annuelle des revenus

	Jan	Fe	Ma	Av	Mai	Jui	Ju	Ao	Se	Oc	No	Dé
Climat					Chaleurs			Inondations, certaines routes sont coupées				
Eau										Manque d'eau		
Santé											Paludisme, diarrhées	
Festivités				Tournoi de foot	Cérémonies religieuses				Navétane (sport)			
Ecole										Dépenses Ecole		
Agriculture femmes	Semis jardin		Récoltes (jardin)							Semis jardin	Récoltes jardin	
Agriculture hommes						Semis hommes				Récoltes arachide		
Commerce	Pas de variations particulières											
Energie							Baisse de la production d'énergie					

⇒ La variation est en partie absorbée par le dialogue avec l'opérateur

### 3. Autonomie institutionnelle : tensions dans la gestion autonome du projet entre les parties prenantes

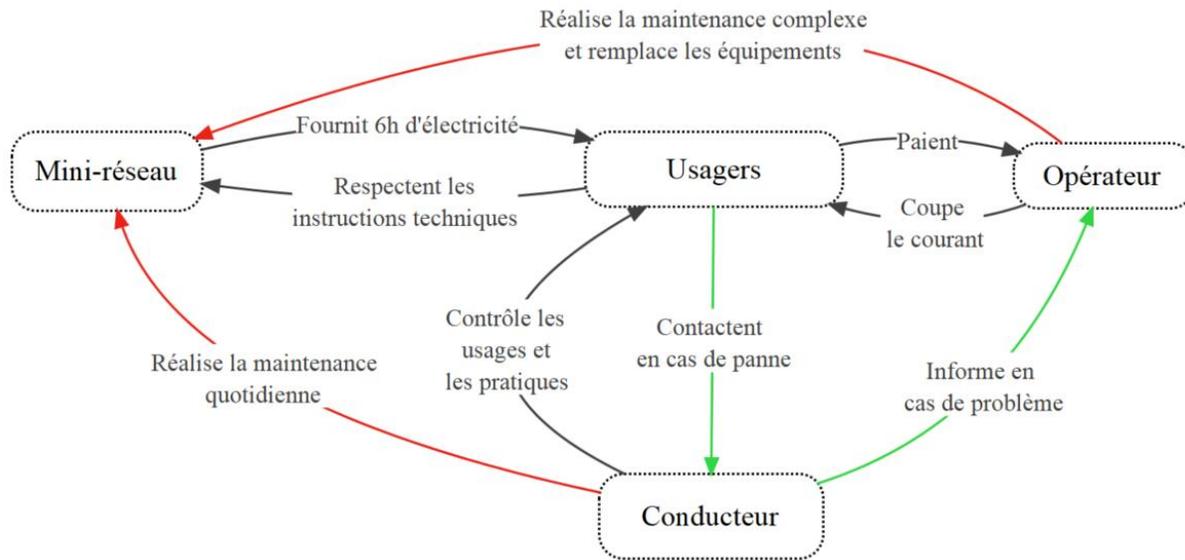


Schéma de gouvernance locale (théorique)

#### Le dilemme du gestionnaire villageois (Laurent, 2000)

« Avant, c'est moi qui accompagnais l'opérateur, je passais maison par maison, je récupérais l'argent et après, je le donnais à l'opérateur. Mais à un moment donné, il y a eu un problème parce que l'opérateur croyait que je plaidais pour la population. Et je leur ai dit de commencer à récupérer l'argent eux-mêmes ».

Chef du village de Keur

#### Tensions autour du rôle d'intermédiaire

« l'ancien conducteur, le « vieux », ne maîtrisait pas bien le système. Il n'allumait pas la centrale à temps et en plus il n'était pas bénéficiaire de l'électricité. Les efforts que je fais, il ne les faisait pas ».

2<sup>ème</sup> conducteur

NB: ces deux rôles bénéficient de la gratuité de l'électricité (niveau 2 = 9€)

## 4. 1 L'amélioration de l'accès à l'électricité ne répond pas suffisamment aux besoins en services énergétiques

Demande en électricité non satisfaite:

- Certains villageois n'ont pas pu être connectés (35 connectés sur 59 foyers)
- Ceux qui le sont ne peuvent pas utiliser autant d'électricité qu'ils le souhaitent

⇒ Dépenses importantes pour compenser

Exemple 1:

Boutiquière a dépensé plus de 2000€ pour s'équiper en solaire individuel



Exemple 2:

Personne non connectée

⇒ Avec 3 lampes, la famille dépense 3300CFA par mois en lampes torche, soit autant que le niveau 1



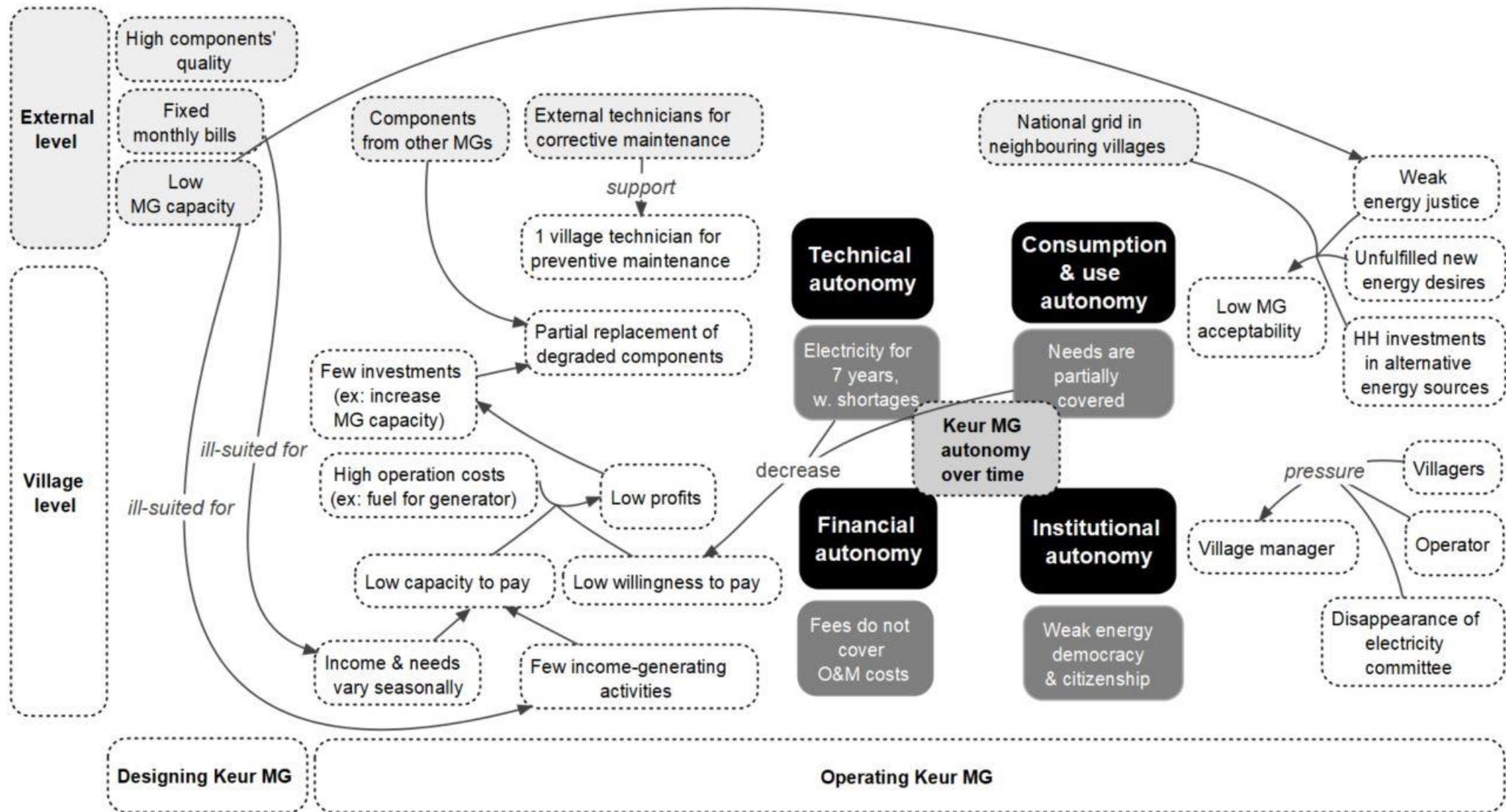
## 4.2 Aspirations pour l'électricité en réseau (Sénélec)

- Courant Sénélec: « l'originale, la version puissante », « énergie normale », « La SENELEC est la solution définitive et durable. Avec les panneaux solaires, les batteries peuvent poser des problèmes à tout moment »
- Sentiment que le MG a retardé l'arrivée du courant Sénélec :

« Emilie: Quelle serait la situation idéale selon vous pour l'électricité ?

Réponse non abonnée (Keur): On élimine la mini-centrale, on nous donne du courant de la SENELEC. Le courant SENELEC est mieux pour le village. Ce courant n'est pas bon, ne marche pas et nous a privé de beaucoup de choses. Si on voit ça on pense qu'on a de l'électricité alors que ce n'est pas le cas. »

# Résumé des dimensions de l'autonomie à Keur



# Conclusions

- Une étude à long-terme apporte de nouveaux éléments sur les systèmes socio-techniques
- Les dimensions de « l'autonomie » sont interdépendantes
- Les acteurs du village ont peu de leviers d'action, il faut considérer des éléments externes comme:
  - Les interactions avec le réseau
  - Des financements externes pour augmenter la taille du mini-réseau, le réparer, subventionner les tarifs

Merci!

Questions ?

Contact:

[emilie.etienne@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:emilie.etienne@univ-grenoble-alpes.fr)

