



Où doit-on cuire le pain ?

Planification SIG de l'introduction de boulangeries solaires thermiques à la Réunion

Corrie Mathiak^{1,2}, Benjamin Pillot², Christophe Révillion², Romain Authier², Guillaume Guimbretière¹

1 LACy (UMR8105, CNRS/Météo-France/Univ. la Réunion)

2 UMR Espace-DEV (UMR228, IRD, Univ. Montpellier, Univ. Guyane, Univ. La Réunion, Univ. Antilles, Univ. Nouvelle Calédonie)



Autonomisation alimentaire & activité boulangère



Contexte de perturbations socio-environnementales :
dérèglements climatiques, tensions sur les flux commerciaux et l'accès à l'énergie

Durabilité des systèmes alimentaires ?

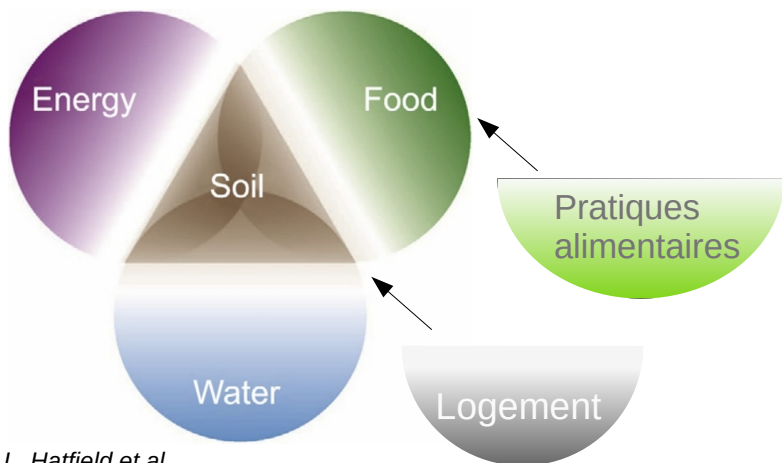
→ vision transdisciplinaire & systémique

Thèse de Romain Authier
2022 - 2024

Importance du territoire :

- insulaire
- tropicale
- créole

Compétition pour l'usage du sol



L'importance de l'activité boulangère

Transformation alimentaire des céréales et féculents
→ Apport énergétique historique de l'humanité

Plus de 50 % de l'énergie dans la cuisson !

➡ **Cuisson solaire ?**

[J.L. Hatfield et al.,
Advances in Agronomy.
Vol. 143 (2017)]

La transition énergétique

Les faits

Une **transition** n'est pas une **substitution** :
on ne pourra pas faire la même chose « propre » à la place de « sale » !
(pas de substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables)

[D. JC MacKay,
Sustainable energy –
without the hot air (2015)]

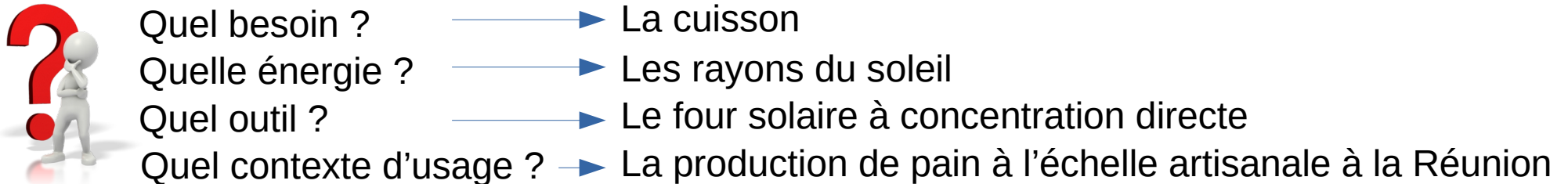
Une **transition** est une **bifucation** : il faut penser et agir différemment

[D. Loorbach et al.,
Annu. Rev. Environ. Resour.
42, 599-626 (2017)]

Notre approche

L'énergie n'est pas la clef principale !

Ce qui compte c'est l'outil qui utilise de l'énergie pour répondre à un besoin
→ Le **service énergétique**



Le four ne produit pas d'énergie (personne ne le fait)
... mais du temps de cuisson

Méthodologie en deux étapes

1 - Modélisation

Réponse socio-technique du four solaire dans son contexte d'usage ?

La réponse du four ?

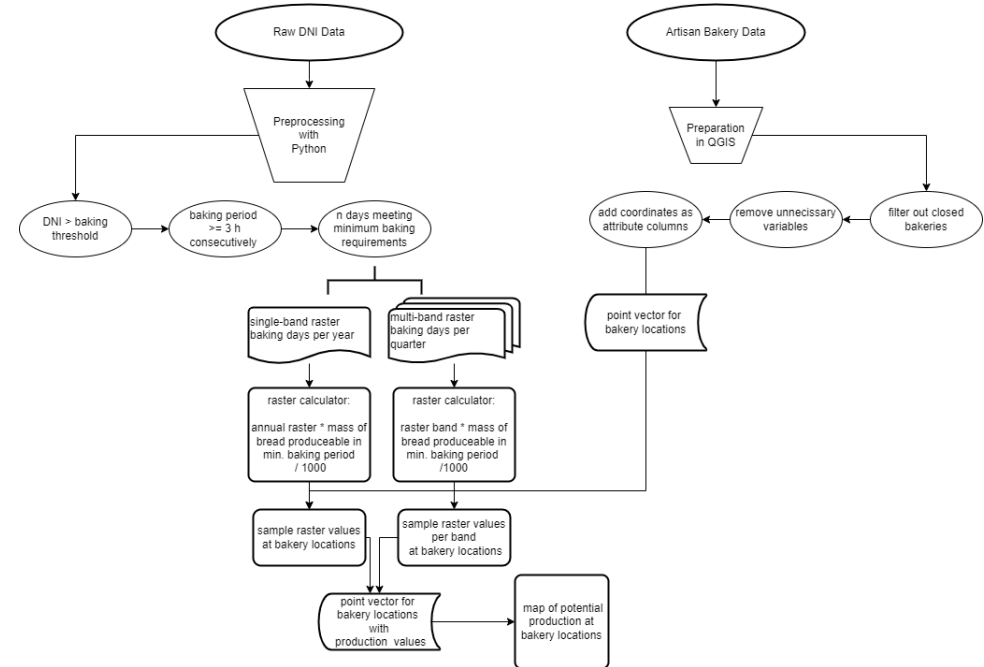
... pour cuire ?

... du pain ?

... par un artisan boulanger ?

... pour des consommateurs ?

... à la Réunion ?

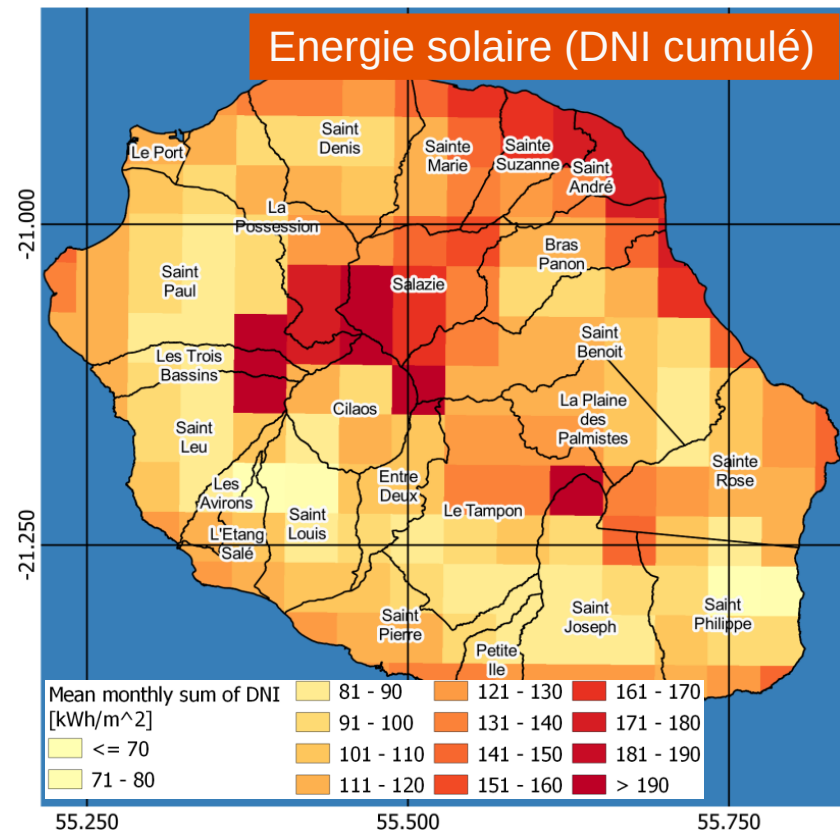


2 - Spatialisation

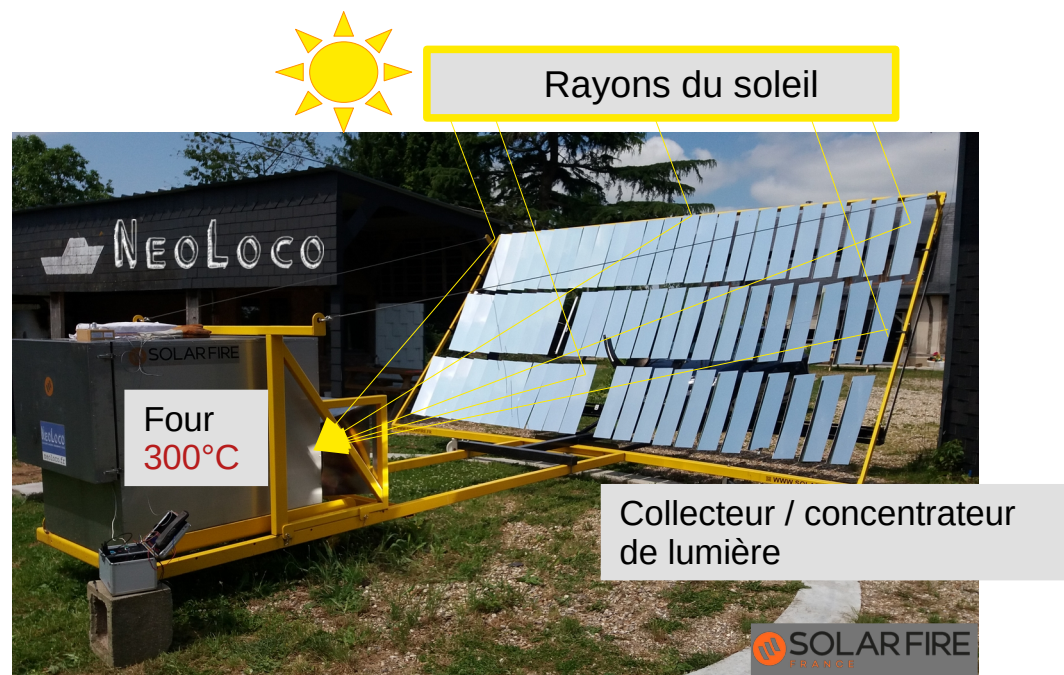
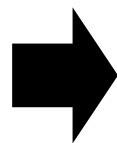
Où faire du pain solaire à la Réunion ?

Projection de la sortie du modèle socio-technique sur le territoire réunionnais

La cuisson solaire thermique à concentration directe



[Données du Copernicus Atmosphere Monitoring Service - ECMWF]



Pas de combustible ni d'électricité :
Zéro émission directe ou indirecte de CO₂, particules, GES
Low-tech : entretien, prise en main facile
Énergie gratuite

Fonctionne aux rythmes du soleil et de l'artisan ...

Les temps du pain : le temps artisan

Le Temps de production

Cuisson du pain avec le four solaire Lytefire 5

↳ Motif énergéico-temporel minimal

2h de pré-chauffe → 300°C

1h de cuisson

(au dessus du seuil de 700 W/m²)

Énergie

Énergie solaire brute
DNI

DNI > 700 W/m² Filtre énergétique outil

Énergie utile

Temps

3h continues Filtre temps artisan

Nombre de jours utiles

Les temps du pain : le temps social

Le pain
↓
Temps de conservation

Les pratiques alimentaires
↓
Temps de consommation

↳ Quel rythme de production ?

Des pains de garde au levain
Se conserve et peuvent être consommés pendant 1 semaine

Énergie

Énergie solaire brute
DNI

DNI > 700 W/m² Filtre *énergétique outil*

Énergie utile

Temps

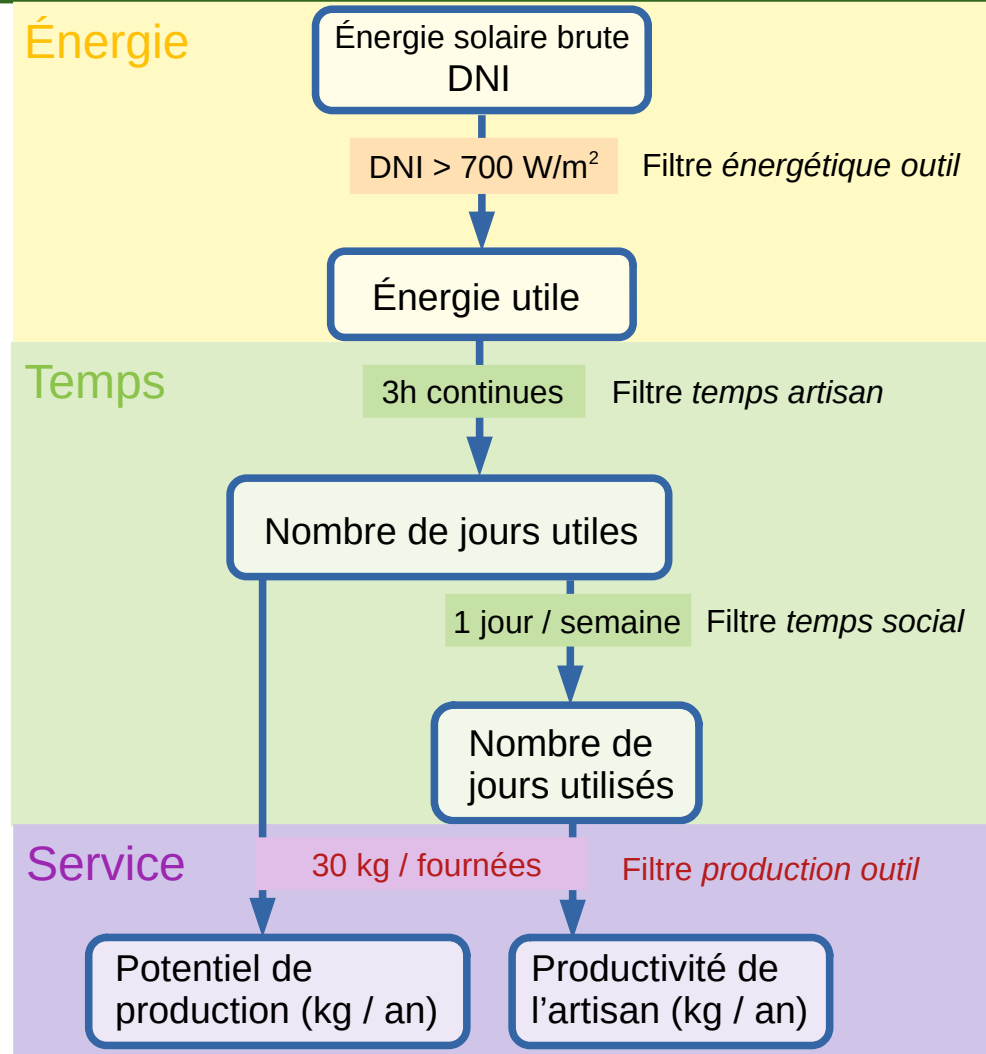
3h continues Filtre *temps artisan*

Nombre de jours utiles

1 jour / semaine Filtre *temps social*

Nombre de jours utilisés

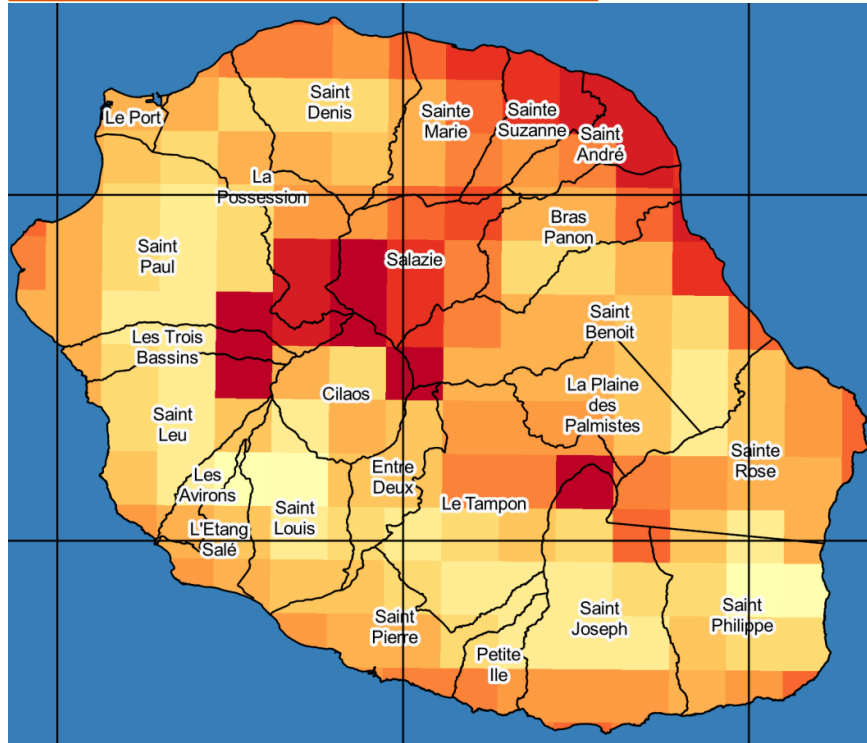
Le service énergétique



Cuisson du pain avec le four solaire Lytefire 5

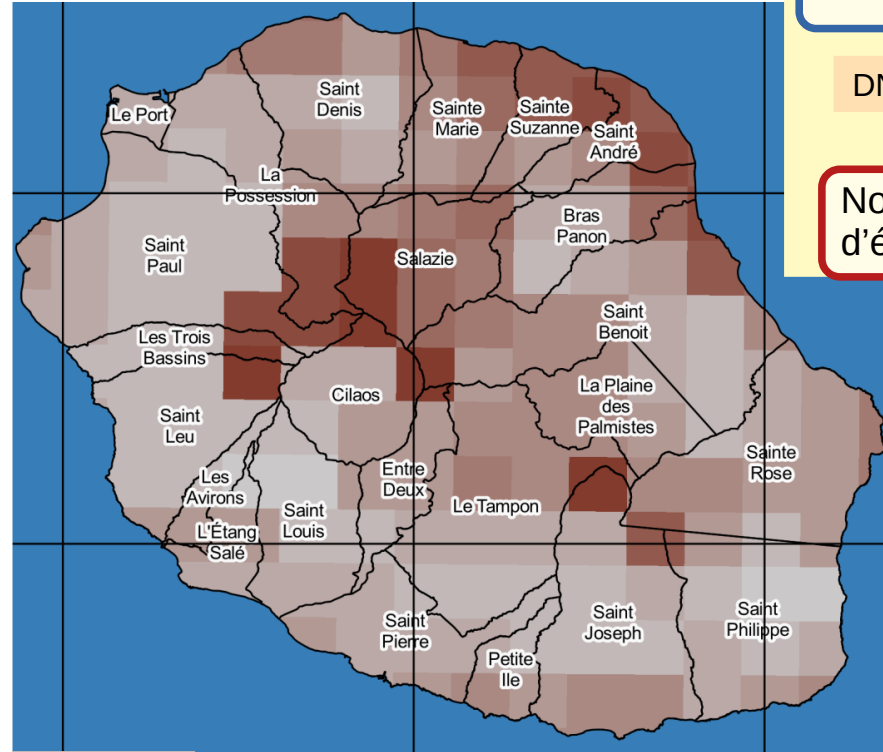
↳ Capacité de production du four

Energie solaire (DNI cumulé) kWh/m²

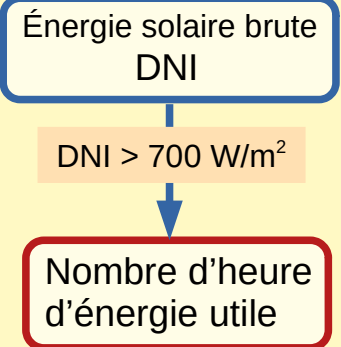


≤ 70 $\xrightarrow{\times 2,7}$ > 190

Nombre d'heures de cuisson

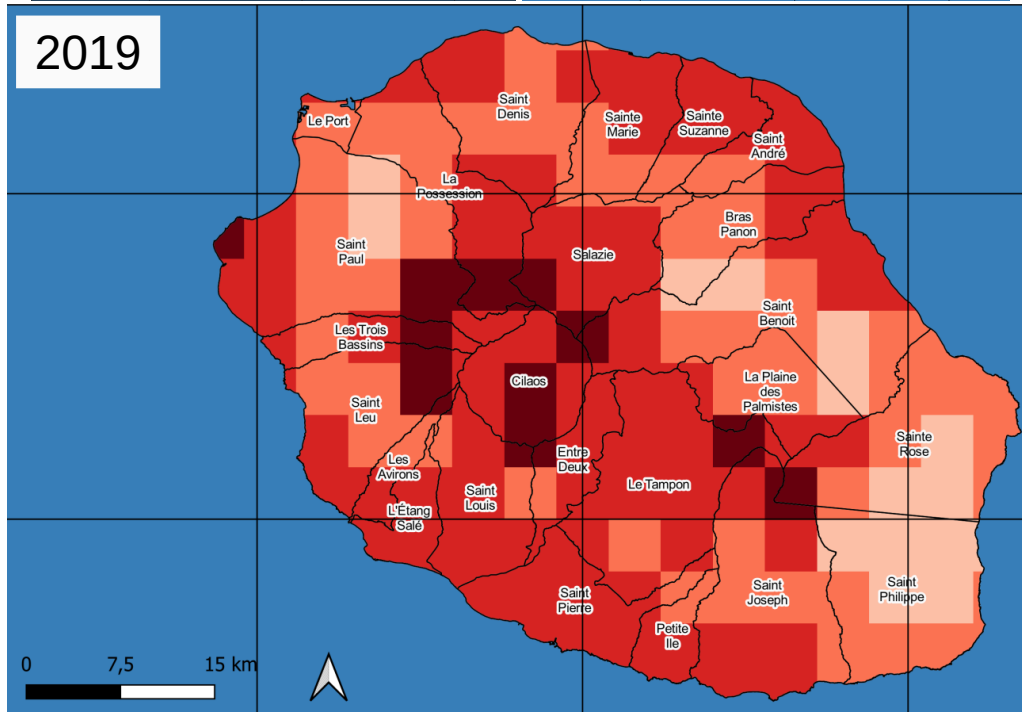
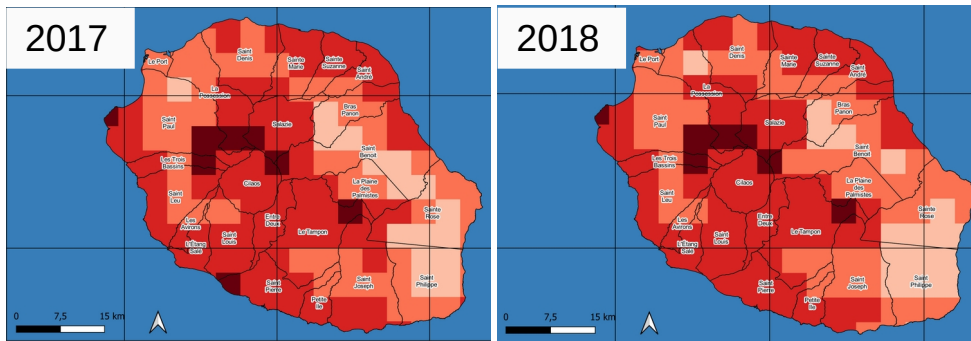
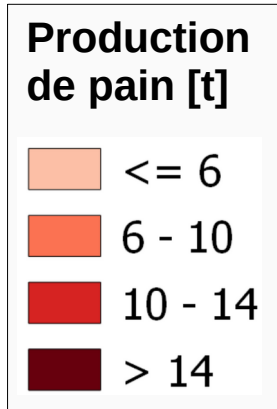


≤ 10 $\xrightarrow{\times 9}$ > 90



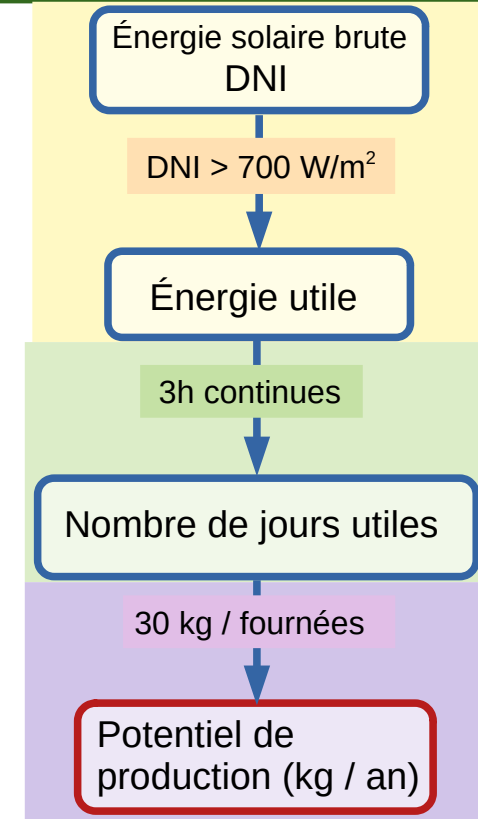
Potential of solar baking : more complex than simple access to solar energy

Potentiel annuel de production boulangère solaire



Les cirques
Les bas

**La région
du volcan**
Les hauts
Le Port



Variation saisonnière du potentiel de production

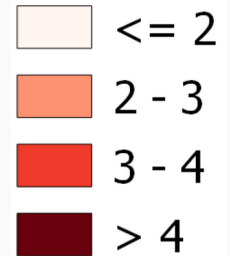
[janvier → mars]

[avril → juin]

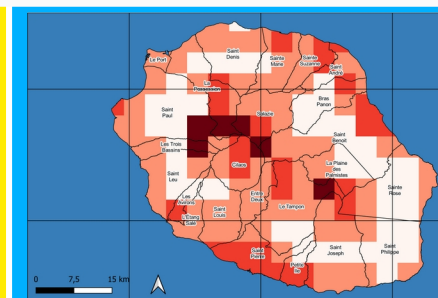
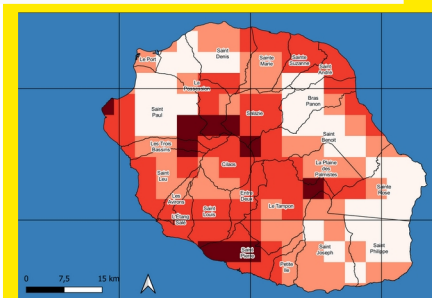
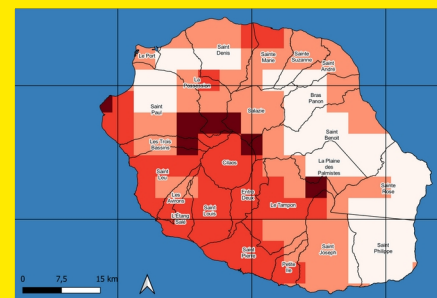
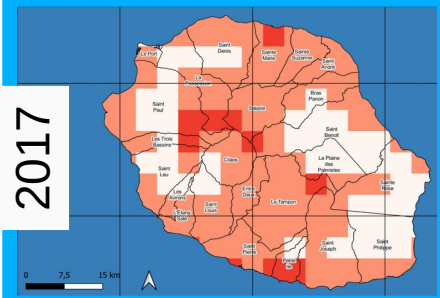
[juillet → septembre]

[octobre → Décembre]

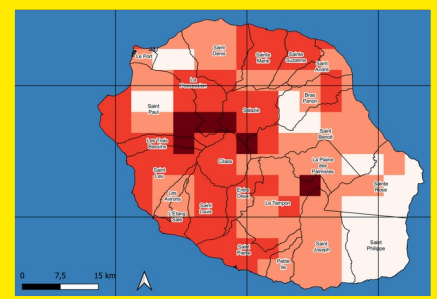
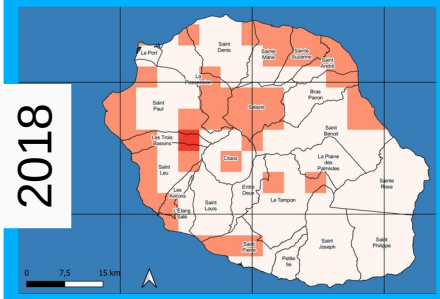
Production de pain [t]



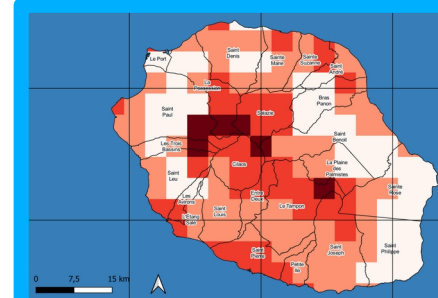
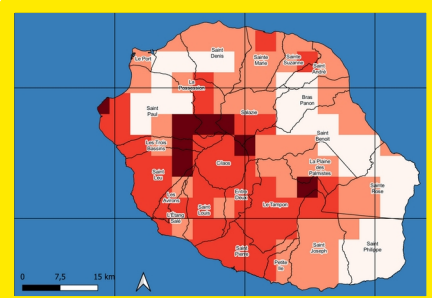
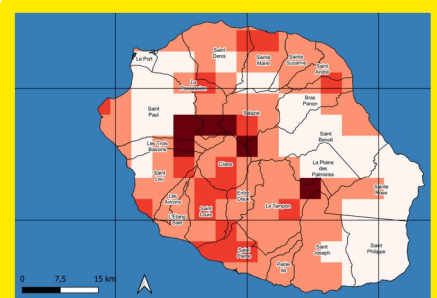
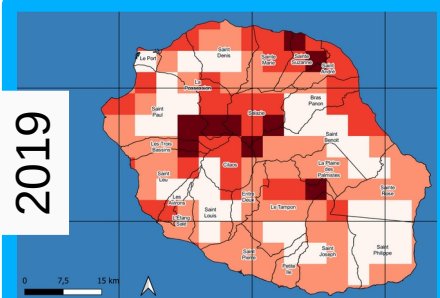
2017



2018



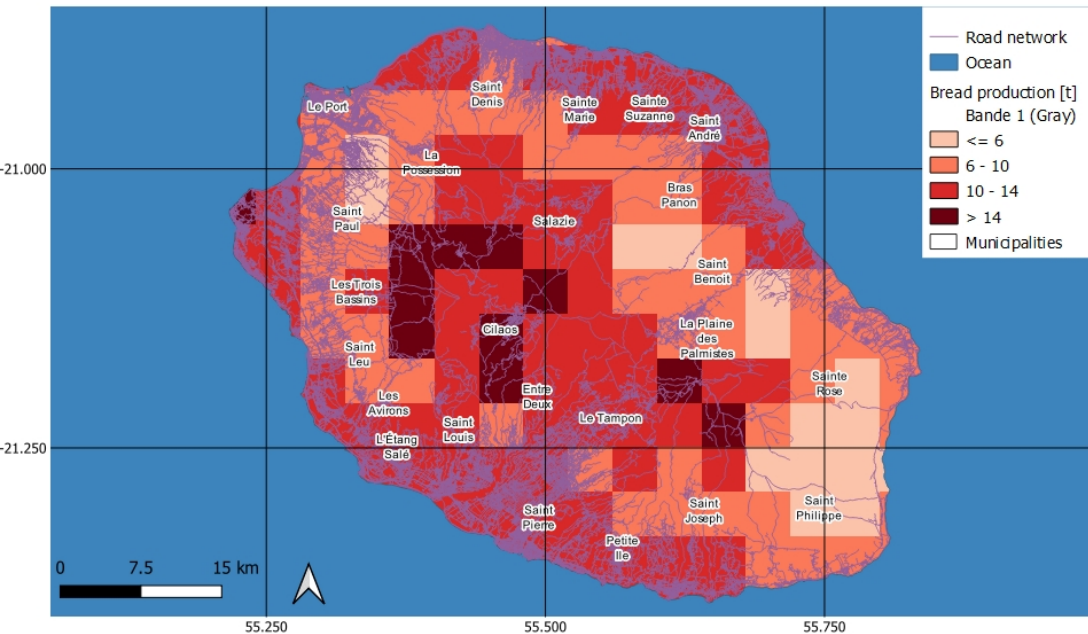
2019



Saison humide

Saison sèche

Déconnecté du réseau mais connecté à la population !



Accessibilité à la production de pain solaire ?

Absence de recouvrement entre les zones de fort potentiel et le réseau routier !

Sources :

Densité de pop : <https://data.humdata.org/dataset/worldpop-population-density-for-reunion?>

Road network: https://data.humdata.org/dataset/hotosm_reu_roads

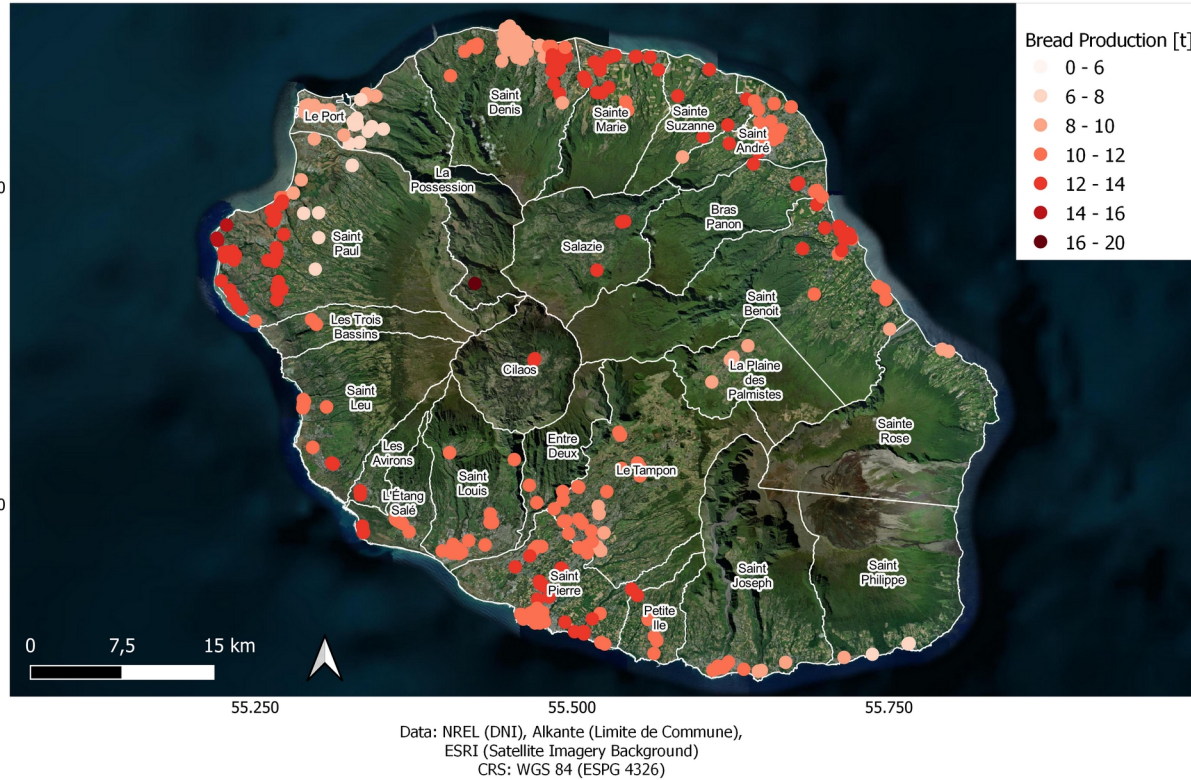
Scénario de quelques unités de production sur les sites à fort potentiel :

- Cuisson gratuite à impact nul
- Coûts du transport des pains ou consommateurs ?

➔ Quel équilibre ?

Où installer le 1^{er} artisan boulanger solaire ?

Potential Solar Bread Production 2019
at Current Bakery Locations



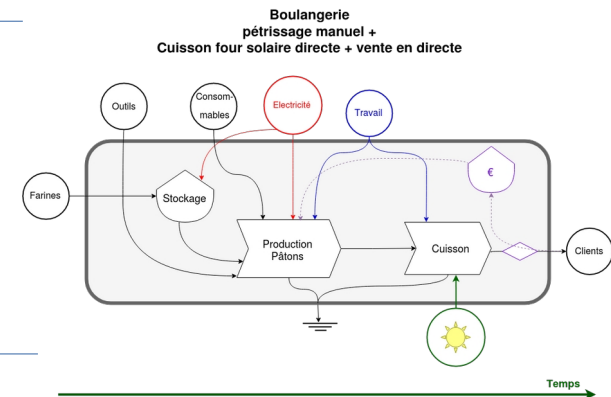
Dans un cirque !

Mafate est à la fois
déconnecté du
réseau et le meilleur
site de l'île pour faire
du pain solaire ...

Conclusion & perspectives

- ➔ Sur le plan de la durabilité, la cuisson solaire n'est pas « mieux » qu'une autre technologie : elle est parfaite ! → zéro impact et gratuite
- ➔ Bon exemple d'analyse socio-technique d'introduction d'une technologie de rupture dans la société
- ➔ Le temps de cuisson solaire : non pris en compte dans un calcul de mixe énergétique !

- ➔ Poursuivre le travail sur l'accessibilité du pain solaire
- ➔ Travail sur l'organisation de l'écosystème boulanger



- ➔ Encourager l'installation de boulangeries solaires dans les cirques !
- ➔ Cadastre solaire
→ le potentiel de cuisson solaire en plus du photovoltaïque et du thermique sanitaire ?

Merci pour votre attention !

This work is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Please cite as:

“Où doit-on cuire le pain ? Planification SIG de l’introduction de boulangeries solaires thermiques à la Réunion. *Corrie Mathiak, Benjamin Pillot, Christophe Révillion, Romain Authier, [Guillaume Guimbretière](#). Rencontres Géomatiques de la Réunion, 27 septembre 2022 (Saint-Denis - France)*

”

