





Remaniement  
parcellaire simplifié  
sur la base  
d'intelligence artificielle

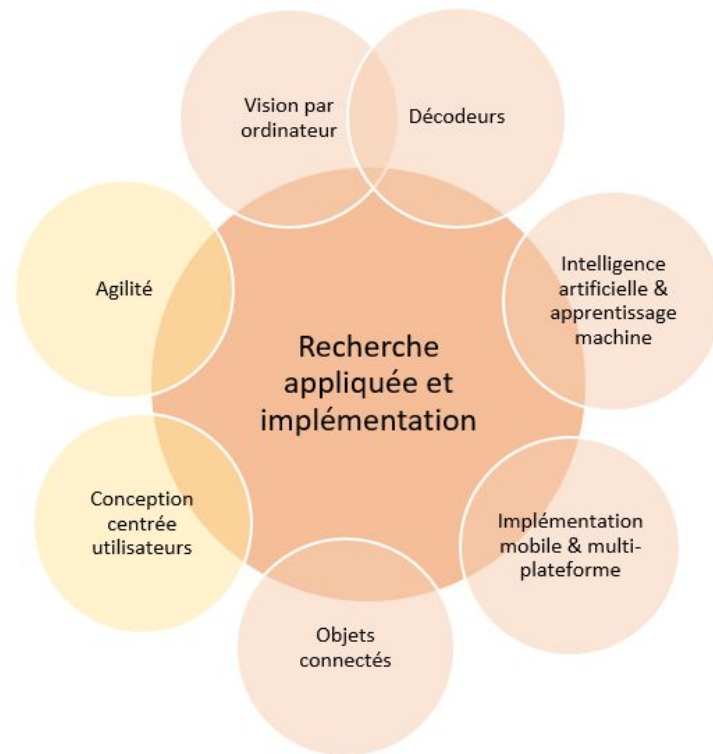
# Institut de recherche Icare

- L'**institut de recherche Icare** (Institut **CA**ntonal de **RE**cherche) a été créé en 1991, à Sierre (Valais - Suisse), à l'initiative de l'Ecole d'informatique de Sierre. Il compte parmi ses membres, représentés au comité, l'Etat du Valais, Sierre Région, la commune de Sierre et la HES-SO Valais-Wallis.
- Il œuvre dans le domaine des technologies de l'information. Il poursuit le but idéal de contribuer au développement économique de la région de Sierre et de favoriser la création d'entreprises innovantes en Valais.
- Il participe à des projets de recherche nationaux, internationaux et collabore avec la HES-SO et d'autres institutions de formation ou de recherche.



# Institut de recherche Icare

- Son expertise et ses axes de recherche se concentrent sur :
  - La vision par ordinateur
  - L'intelligence artificielle et l'apprentissage machine (optimisation, prédiction, etc.)
  - Implémentation mobile et cross-plateforme (Xamarin, Flutter, React Native, Ionic, Kotlin, Swift)
  - Les objets connectés
- Conception :
  - Agilité
  - Conception centrée utilisateurs



# Institut de recherche Icare

- Domaines d'application

- Bancaire
- Éducation
- Énergie et environnement
- Horlogerie
- Industrie
- loisirs et médias
- Robotique
- Santé/médical/handicap
- Sécurité et biométrie
- Sport
- Tourisme
- Transport
- Etc.



# Partenaire de recherche



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Innosuisse – Agence suisse pour  
l'encouragement de l'innovation**



La Fondation  
pour l'innovation en Valais



# Le projet

- Objectif :
  - simplifier le remaniement parcellaire
  - intelligence artificielle
- Partenaires :
  - IG group
  - Institut de Recherche Icare
  - État du Valais
- Début : 1<sup>er</sup> octobre 2023
- Durée : ~18 mois
- Financement : Innosuisse

# Intervenants du jour



**Laurent Maret**

État du Valais

Chef de l'Office des améliorations structurelles



**Stany Luyet**

IG group SA

Responsable financier et membre du conseil d'administration



**Valentin Décaillet**

Institut de recherche Icare

Scientifique des données, spécialiste en IA



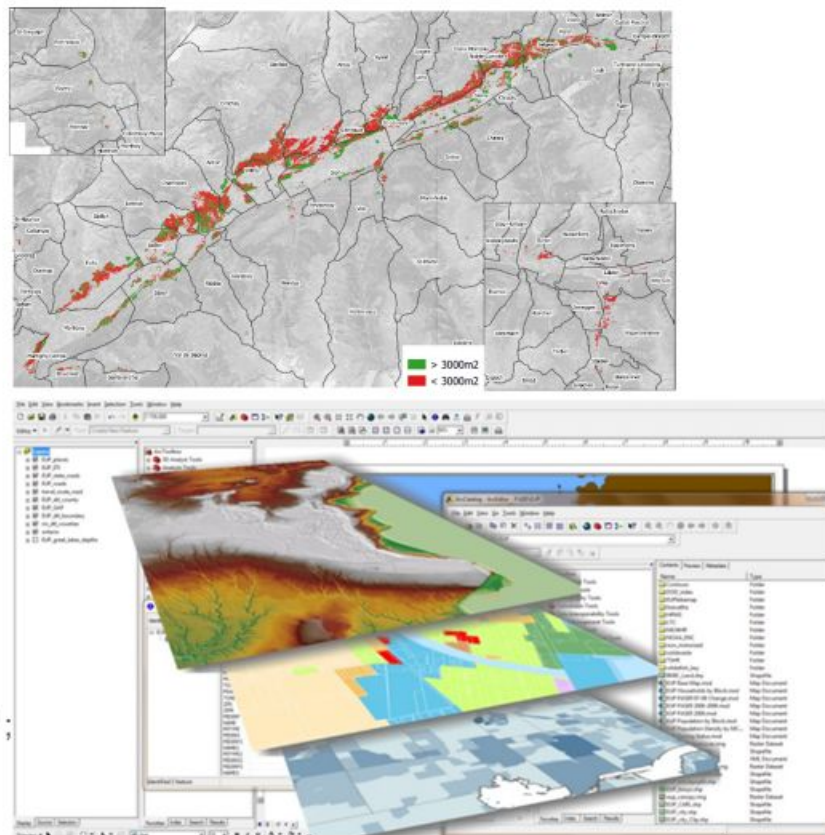


Contexte



# Implication de l'état dans le projet

- Analyse des structures
  - Taille des parcelles et des unités de production
  - Age du capital plant
  - Accessibilité
  - Proximité zone à bâtir, cours d'eau
- Des données conséquentes
  - Etude des terroirs
  - Réserve utile en eau
  - Etude climatique
  - Secteurs d'encépagement
- Un besoin avéré de
  - valorisation des données et
  - de simplification des outils
- Des mesures mises en œuvre
  - Soutien aux unités de production ;
  - Soutien aux mesures de rationalisation du foncier type RP ;



# Attentes et objectifs

- Un besoin marqué de rationalisation du foncier
  - Près de 1'300 ha du vignoble comprenant près de 25 unités de production/hectare ;
- Des outils, au service des collectivités, qui doivent évoluer et permettre d'intégrer de manière exhaustive les paramètres du vignoble ;
  - Aide à la décision ;
  - Mise en œuvre de projet ;
- Objectifs
  - Intégrer les paramètres clés pour la réussite des projets de RP ;
  - Simplifier les travaux liés à la mise en œuvre d'un RP (NE) ;
  - Obtenir un outil d'aide à la décision pour l'adaptation du parcellaire ;
  - Obtenir à terme un outil d'aide à la décision pour l'analyse et la proposition de mesures de rationalisation à l'échelle du vignoble ;



@CDO SA



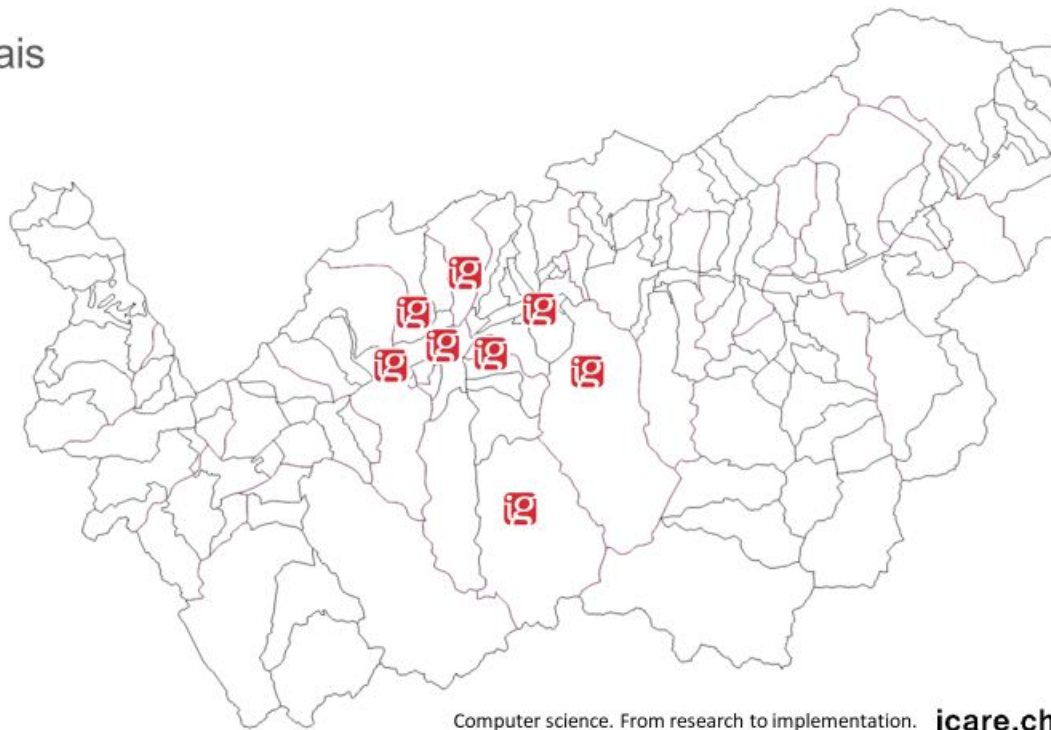


Problématique

# Présentation group

ingénieurs & géomètres

- Présent depuis plus de 40 ans en Valais
- 8 bureaux
- 52 employés





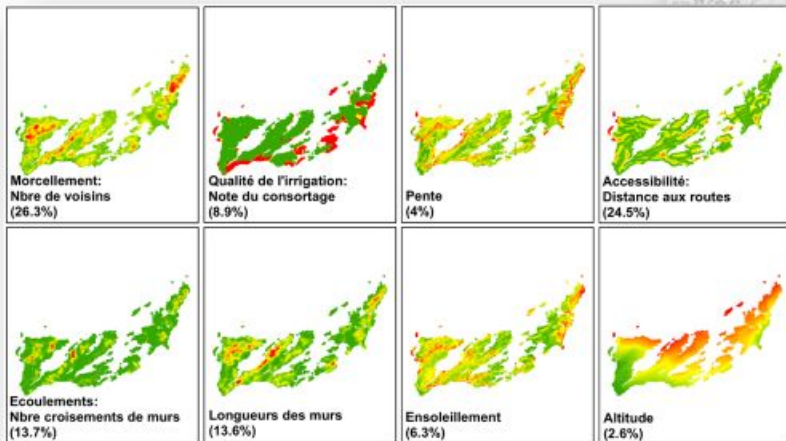
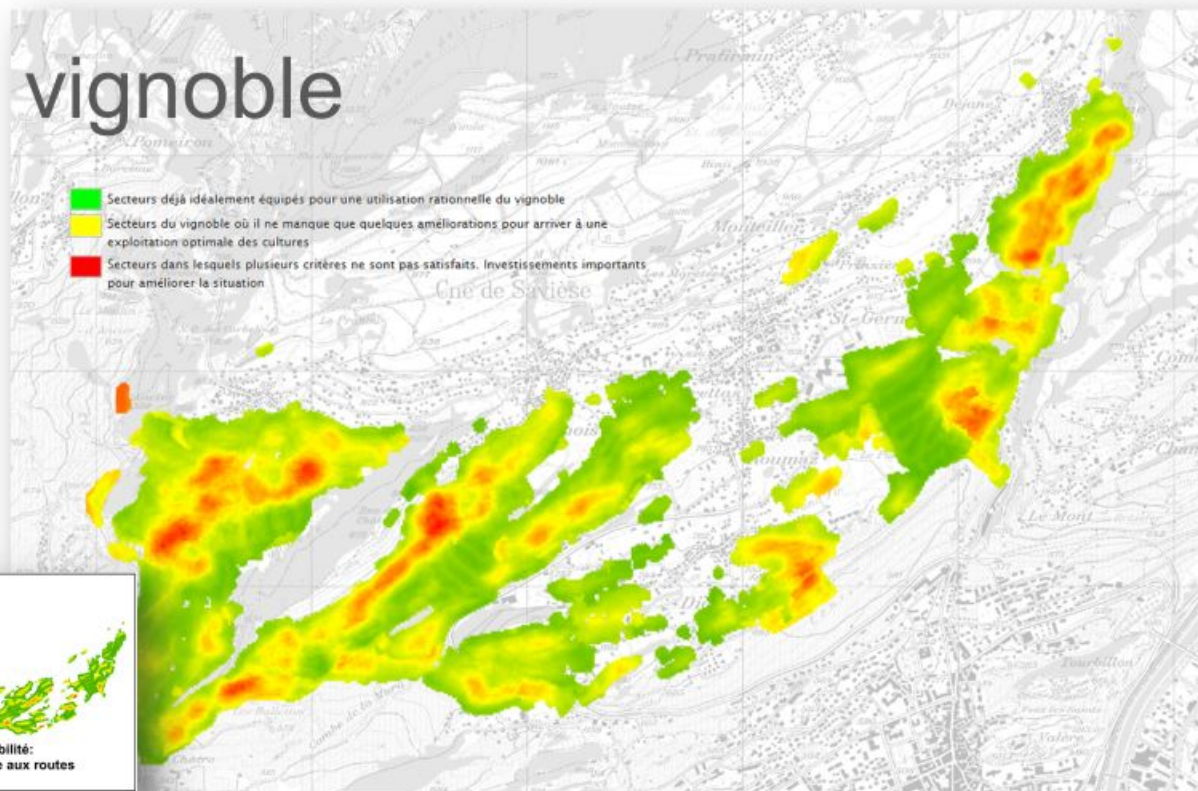






# Etat des lieux du vignoble

## Analyse spatiale multicritères



# Le périmètre du projet

Surface totale des périmètres	2'785'898 m <sup>2</sup>
Nombre de propriétaires	1'820 propriétaires
Nombre de parcelles	8'891 parcelles
Nombre de parcelles après fusion	5'282 entités
Surface moyenne par entité privée	520 m <sup>2</sup>
Surface moyenne par propriétaire privé	1'445 m <sup>2</sup>





# Problématique

---

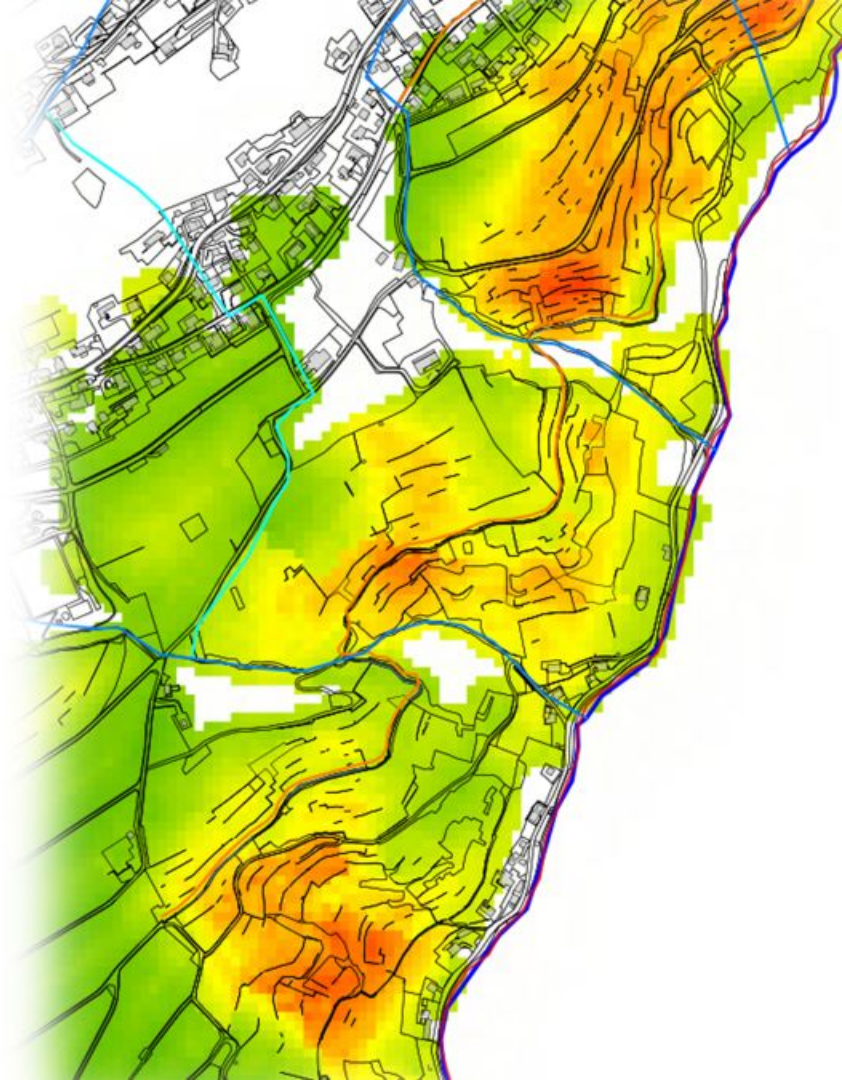




## Taxation des terres – Exemple de critères

- Situation de la parcelle
- Zone d'affectation
- Pente du terrain
- Accessibilité
- Surface des entités / de regroupement

→ Détermine la valeur du terrain nu  
(*valeur d'échange, prétention des propriétaires*)



# Taxation des terres

## Valeurs passagères (VP) et autres renseignements

### Exemple de valeur passagère :

- Capital-plant (culture)
- Mur
- Guérite
- Arbre fruitier
- Poteau électrique

### Renseignements supplémentaires :

- Investissements
- Exploitant
- contrat de bail
- informations sur les cultures



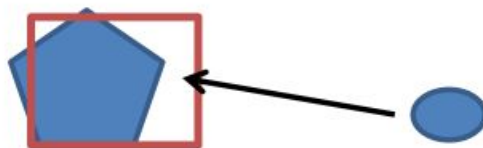
## Etude du nouvel état – critères et méthodologie

1. Grouper les chapitres (*époux - épouse, parents – enfants* → *selon les vœux*)
2. Traitement des propriétaires en fonction de leur « poids »
3. Identifier les « pôles » de propriété ou d'exploitation

a. Simplifier la géométrie des pôles



b. Appondre les parcelles isolées

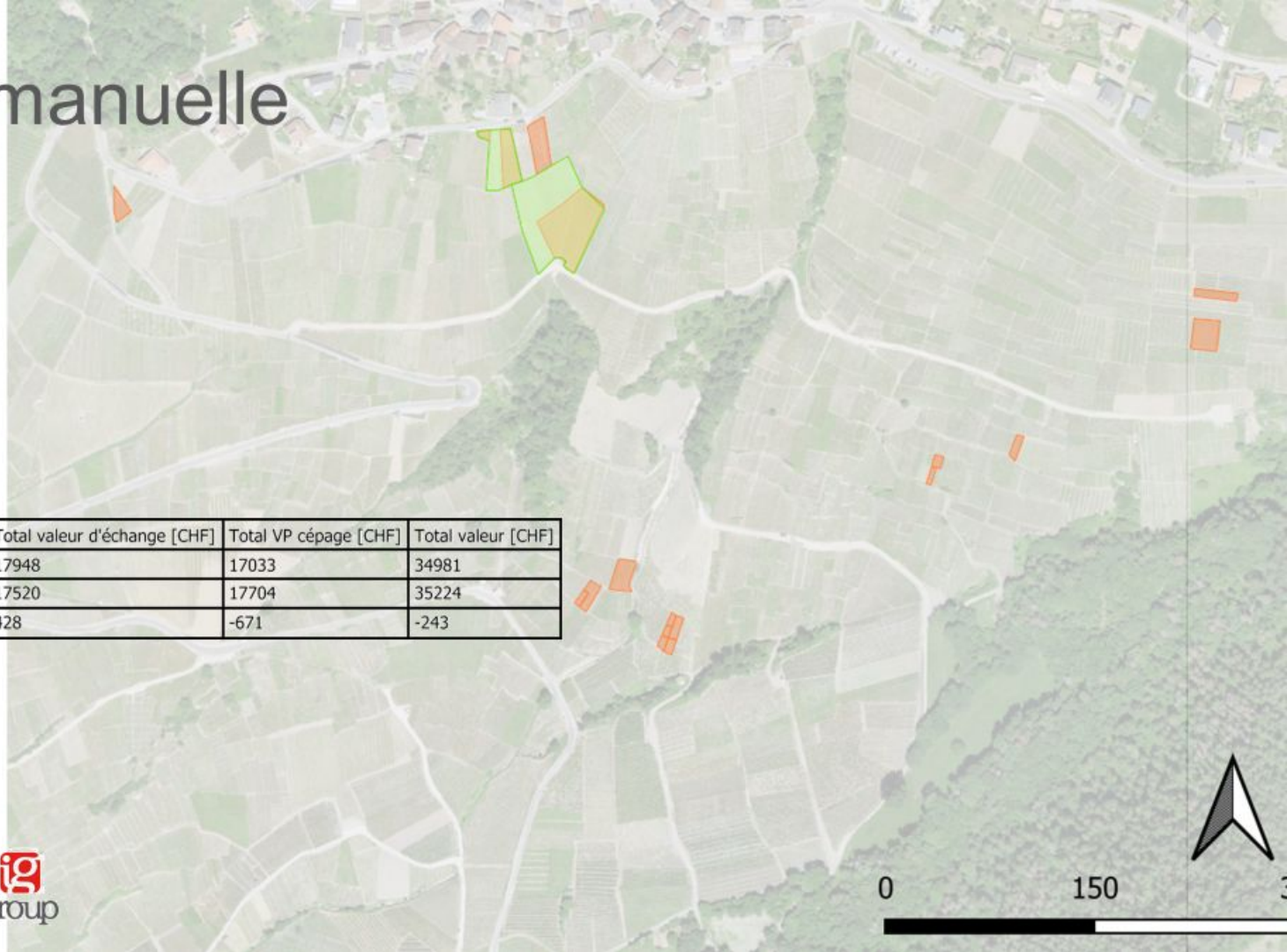


c. Tenir compte du capital-plant





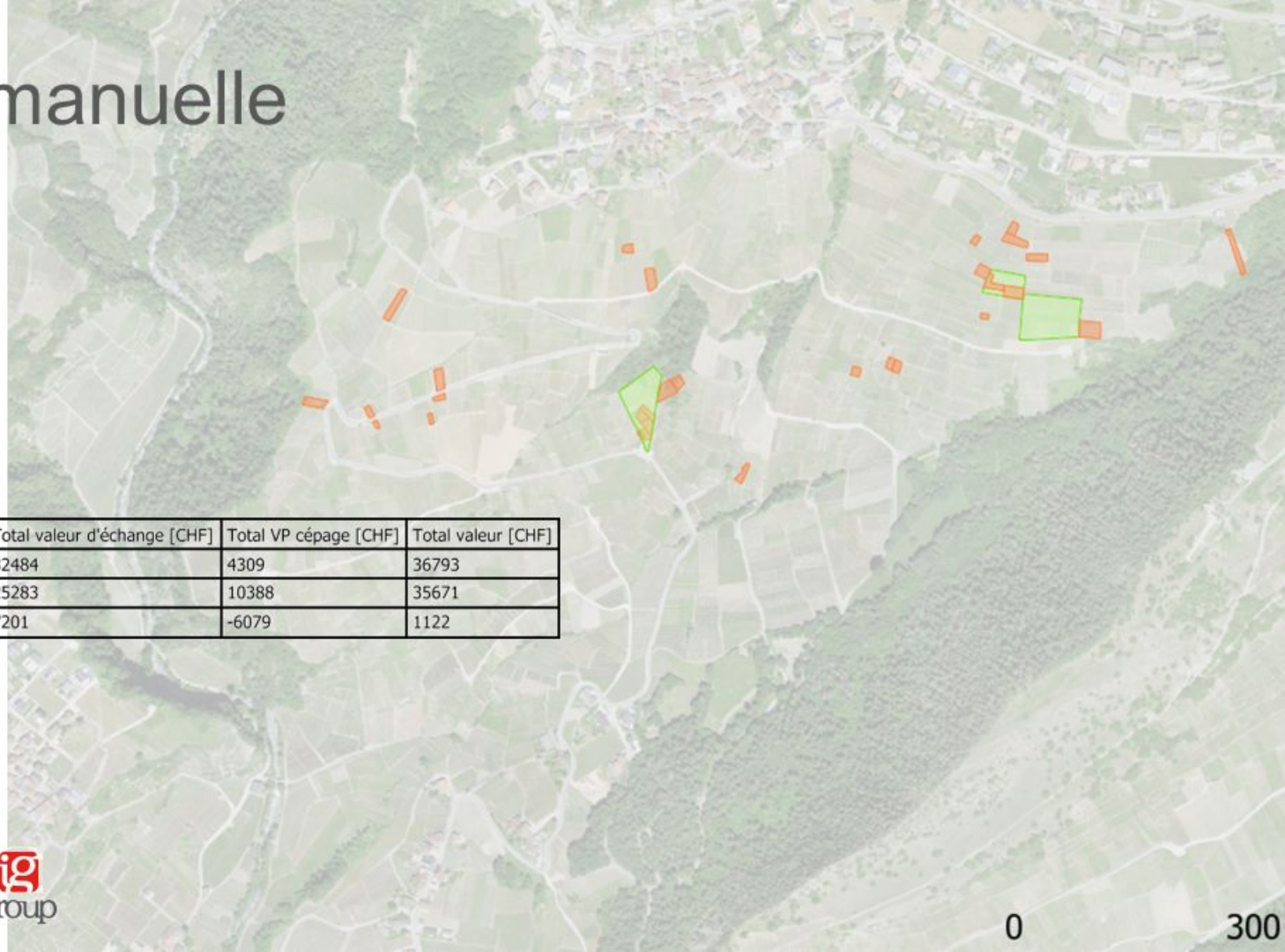
# Approche manuelle



	Nb. parcelles	Total surface [m <sup>2</sup> ]	Total valeur d'échange [CHF]	Total VP cépage [CHF]	Total valeur [CHF]
Nouvel état	2	4268	17948	17033	34981
Ancien état	18	4180	17520	17704	35224
Δ NE - AE	-16	88	428	-671	-243



# Approche manuelle



	Nb. parcelles	Total surface [m <sup>2</sup> ]	Total valeur d'échange [CHF]	Total VP cépage [CHF]	Total valeur [CHF]
Nouvel état	3	8127	32484	4309	36793
Ancien état	29	6161	25283	10388	35671
Δ NE - AE	-26	1966	7201	-6079	1122





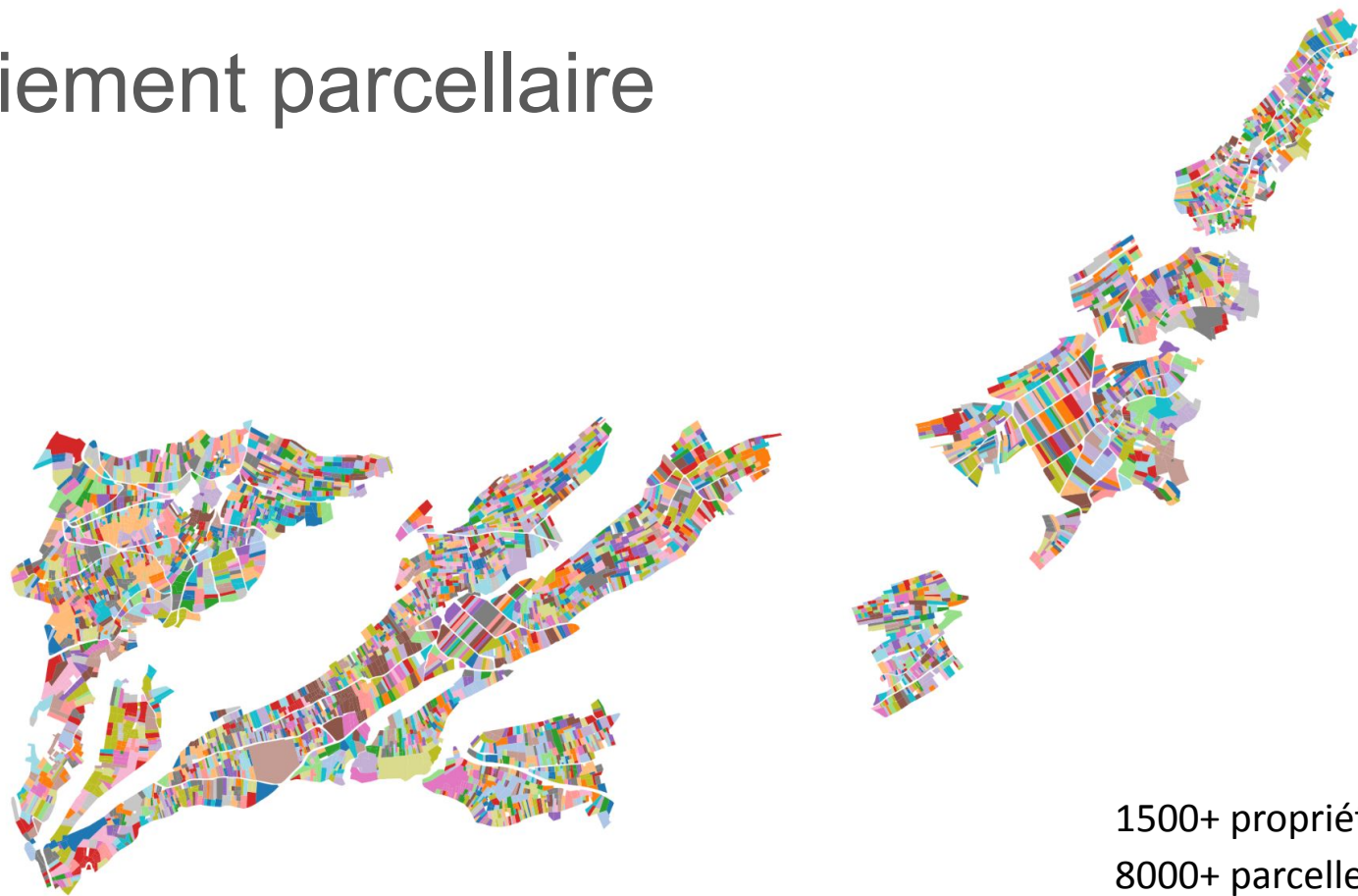
Approche technique



# Approche technique

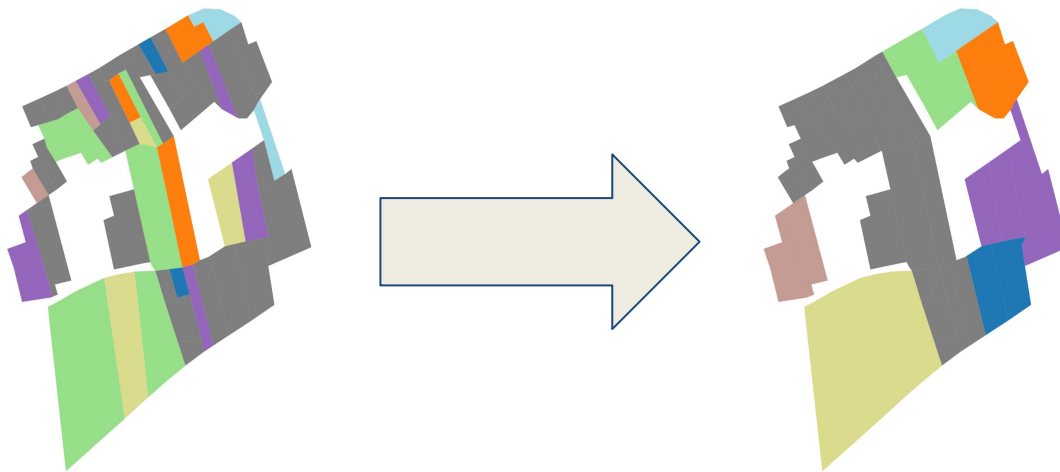
- Description du problème
- Solutions
  - Approche #1
  - Approche #2
- Comparatif et perspectives

# Remaniement parcellaire



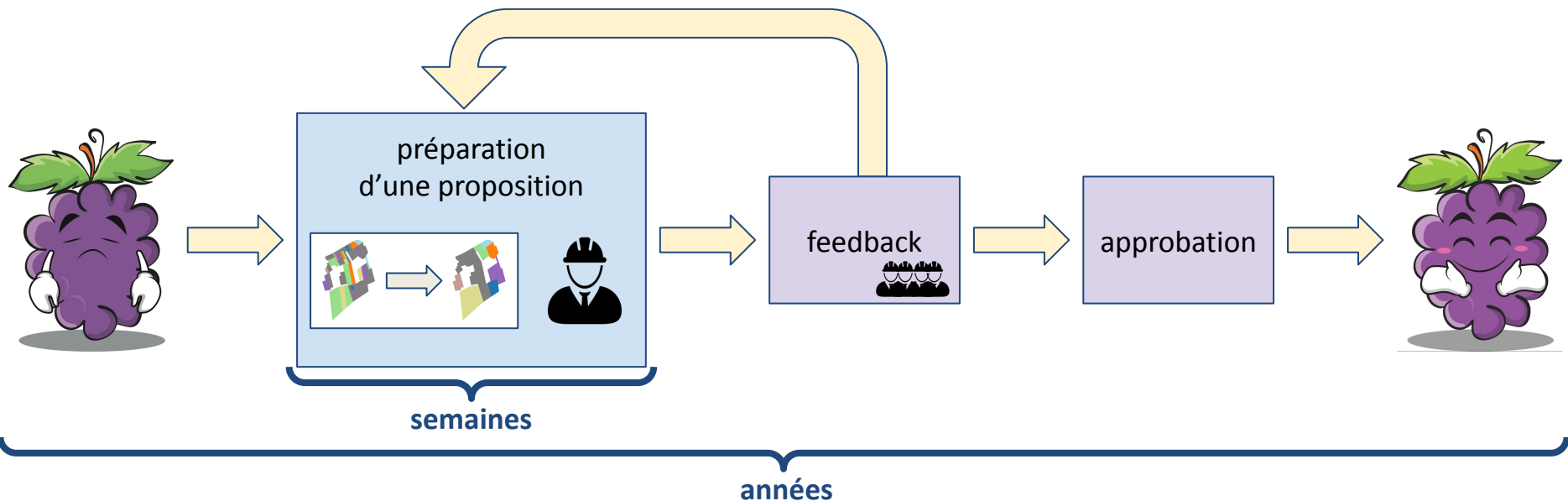
1500+ propriétaires  
8000+ parcelles

# Remaniement parcellaire

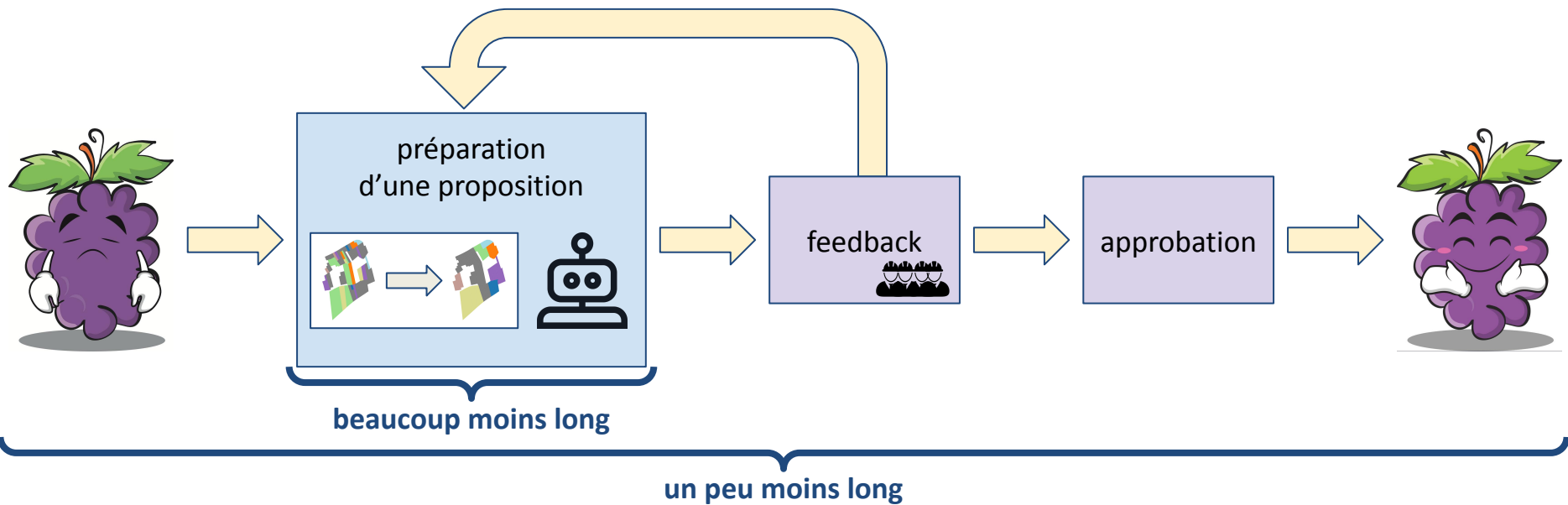


Augmenter la contiguïté  
(sous contraintes)

# Processus



# Processus



# Pourquoi c'est difficile ?

## Optimisation sous contraintes

- Cépage
- Âge de la vigne
- Pente du terrain
- Accès
- Infrastructure existante
- Investissements existants
- Souhaits des propriétaires
- etc.

## Complexité algorithmique gigantesque

Approche brute force:

$$O(n^m) \rightarrow 10^{28'000}$$

# BEAUCOUP

# Comment c'est possible ?

~~la meilleure~~ solution → une bonne solution

heuristiques



intuition





# Comment l'informatique peut-elle aider ?

il est possible de  
*coder*  
ces heuristiques



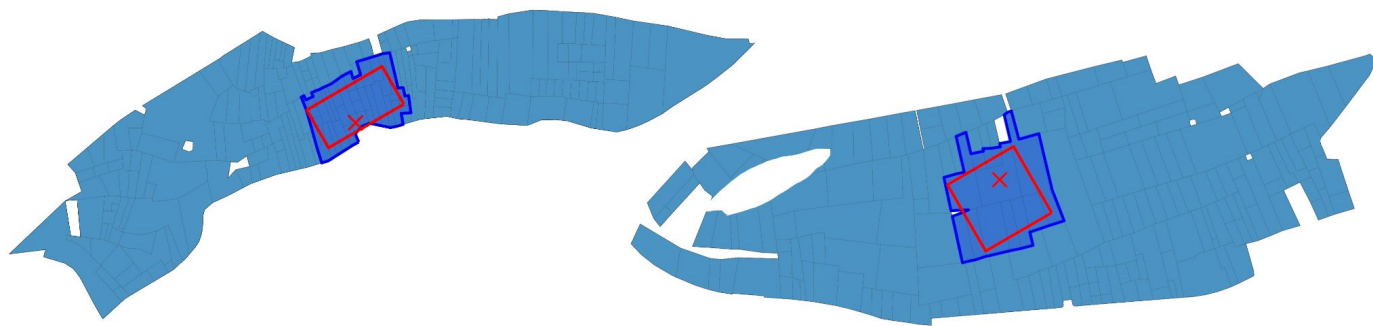
l'intelligence artificielle  
*ressemble*  
parfois à de l'intuition



# Heuristiques - idée générale



1. commence par les grands pôles des grands propriétaires
2. améliorer les pôles existants



3. confisquer et redistribuer pour maintenir les patrimoines  
*recommencer* → 1.

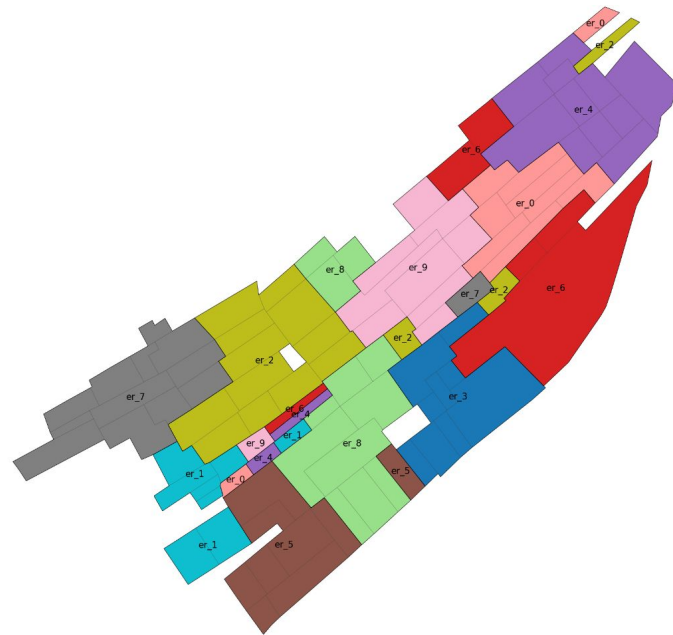
# Heuristiques - résultats



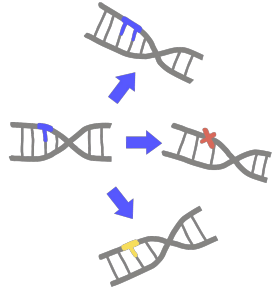
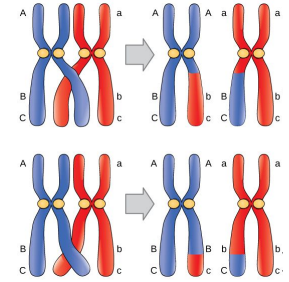
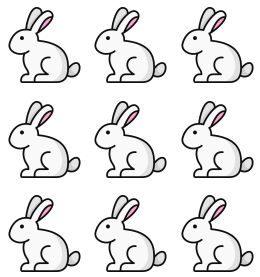
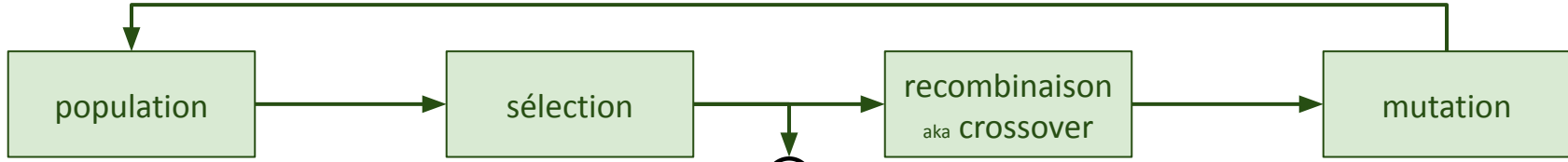
## Résultats encourageants

mais perfectibles:  
notez les parcelles isolées

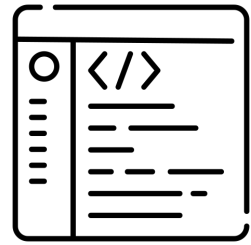
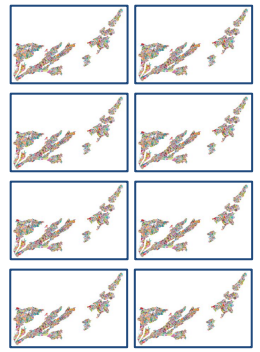
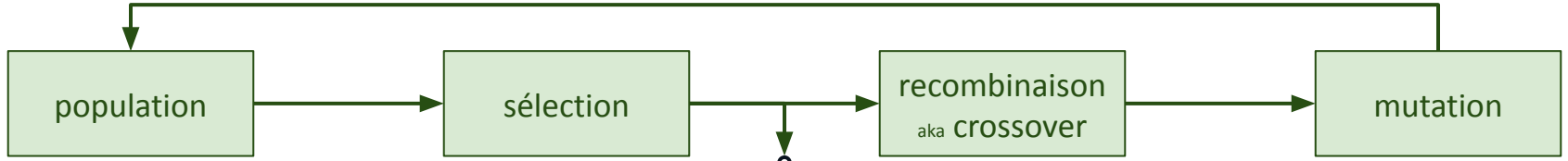
temps de calcul:  
8000+ parcelles → 100 minutes



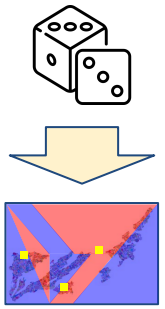
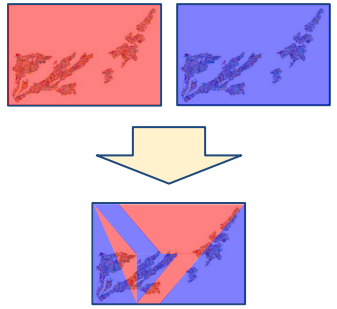
# Algorithme génétique - idée générale



# Algorithme génétique - idée générale



contiguïté  
règles métier  
...



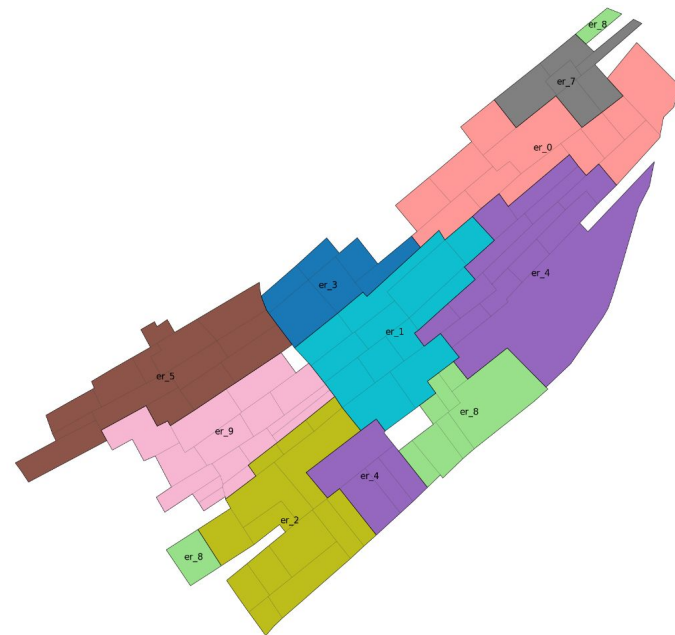
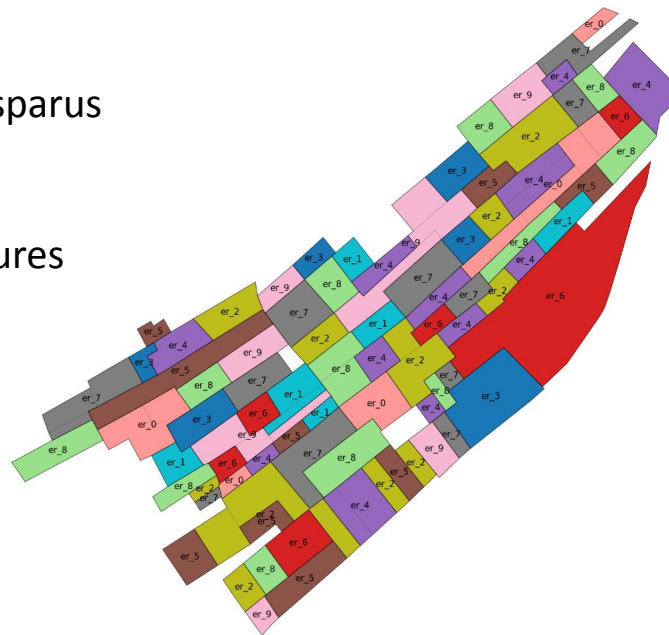
# Algorithmes génétiques - résultats



## Résultats encourageants

mais perfectibles:  
notez les propriétaires disparus

temps de calcul:  
8000+ parcelles → 10 heures



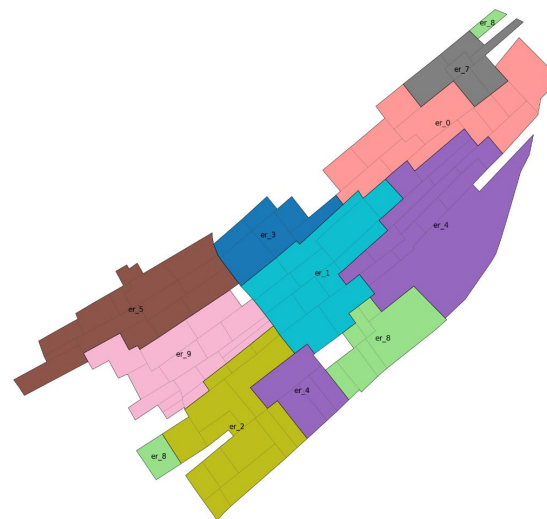
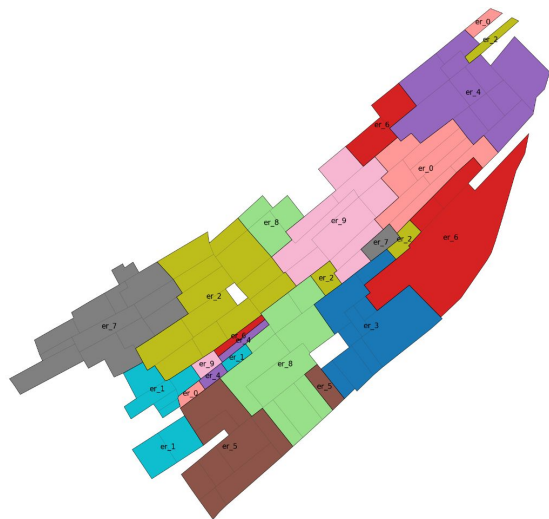
# Comparaison



Algorithme heuristique



Algorithme génétique



# Comparaison



Algorithme heuristique



Algorithme génétique





# Comparaison



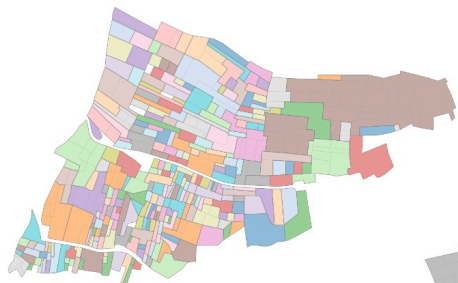
Algorithme heuristique

FULL	initial	heuristics	genetics
accessibility	-0.065	<b>-0.079</b>	-0.077
hard constraints	-0.562	-0.562	-0.562
soft constraints	-0.479	<b>-0.436</b>	-0.428
quasi pole	-14.896	<b>-16.577</b>	-16.173
fragmentation	-0.470	<b>-0.478</b>	-0.469
capital plant	-0.509	-0.391	<b>-0.477</b>
exchange value	-0.676	<b>-0.631</b>	-0.594
contiguity	-0.071	<b>-0.089</b>	-0.074
MEAN	-2.216	<b>-2.405</b>	-2.357

Algorithme génétique

SECTOR 10	initial	heuristics	genetics
accessibility	0.062	<b>-0.084</b>	0.023
quasi pole	-4.520	-11.092	<b>-11.924</b>
fragmentation	-0.678	<b>-0.678</b>	-0.678
capital plant	-0.509	<b>-0.355</b>	-0.225
exchange value	-0.676	<b>-0.615</b>	-0.312
contiguity	0.070	0.040	<b>0.036</b>
MEAN	-1.042	-2.131	<b>-2.180</b>

SECTOR 5	initial	heuristics	genetics
accessibility	0.321	<b>0.307</b>	0.310
quasi pole	-9.792	-14.375	<b>-16.033</b>
fragmentation	-0.678	<b>-0.681</b>	-0.678
capital plant	-0.509	<b>-0.367</b>	-0.255
exchange value	-0.676	<b>-0.598</b>	-0.394
contiguity	0.072	<b>0.015</b>	0.060
MEAN	-1.877	-2.617	<b>-2.832</b>



# Comparaison



Algorithme heuristique



Algorithme génétique

~

pertinent

~

+

rapide

-

+

interprétable

-

-

créatif

+

→ combiner ces 2 approches



Conclusion

# Conclusion

---

- Perspectives intéressantes
- Pistes de simplification
- Gain de temps à l'échelle du canton
- Transposable à d'autres défis et enjeux
  - Aménagement de l'espace rural





Questions ?

## Institut de Recherche Icare

Rue de Technopôle 10

CH-3960 Sierre

[www.icare.ch](http://www.icare.ch)

Julien Torrent

[torrent@icare.ch](mailto:torrent@icare.ch)

