

Systemes d'Information Géographique

<https://go.epfl.ch/sig>

SIG et conservation des ressources génétiques animales

Stéphane Joost, Gabriel Kathari (GEOME-LGB)

SIG pour la conservation de la biodiversité

Les SIG présentent un intérêt pour le domaine de la biologie de la conservation car ils peuvent contribuer à:

1. L'élaboration d'approches efficaces d'aide à la décision pour favoriser la conservation de la diversité génétique végétale et animale
2. La progression de notre compréhension des mécanismes qui contrôlent l'évolution des espèces (adaptation à l'environnement local)

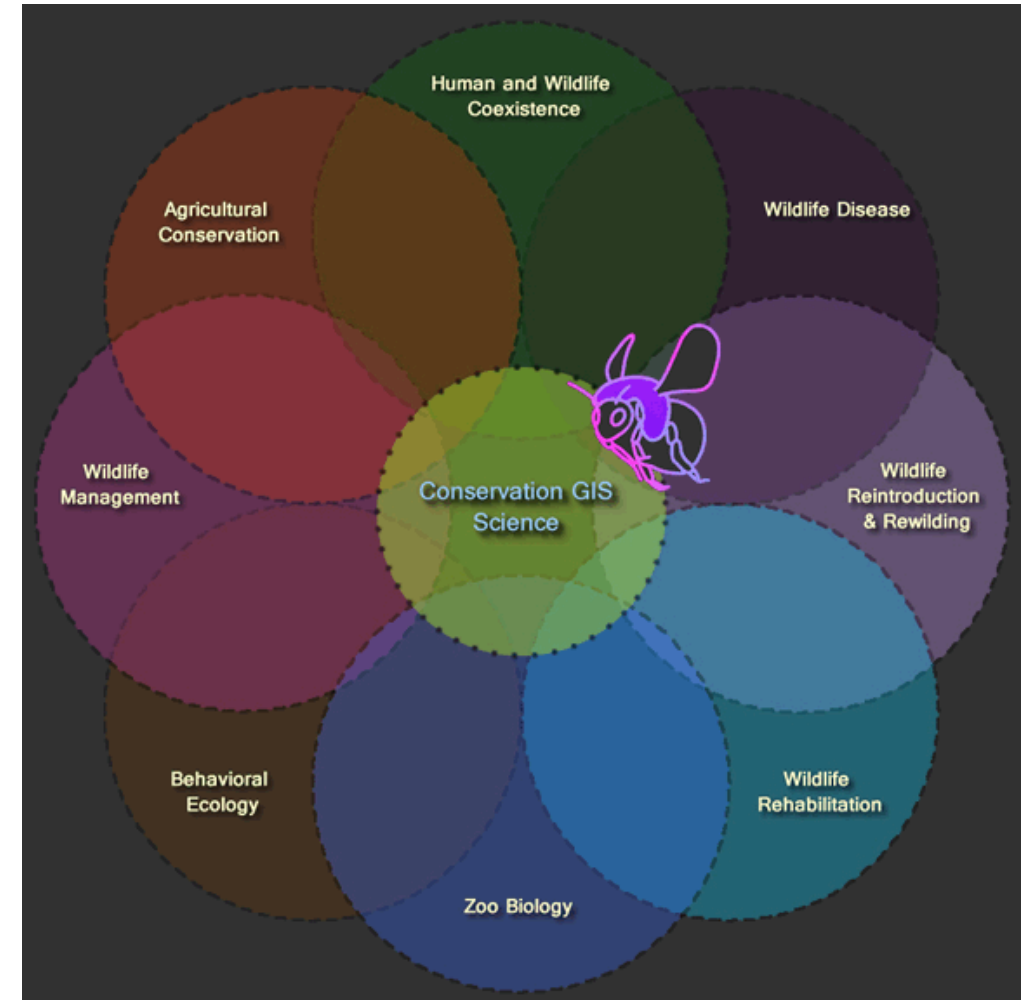
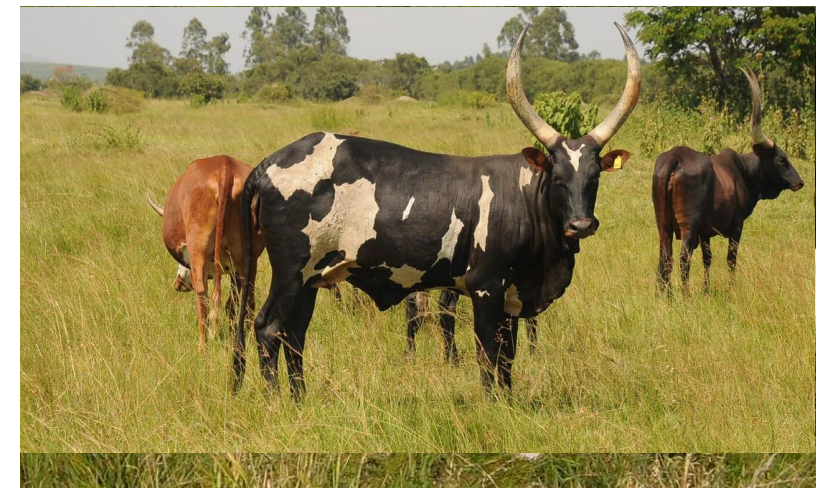


Figure: Sandoval-Green, C.M. J. «GIS as cross-pollinator»

Conservation des ressources génétiques des animaux d'élevage (FAnGR)

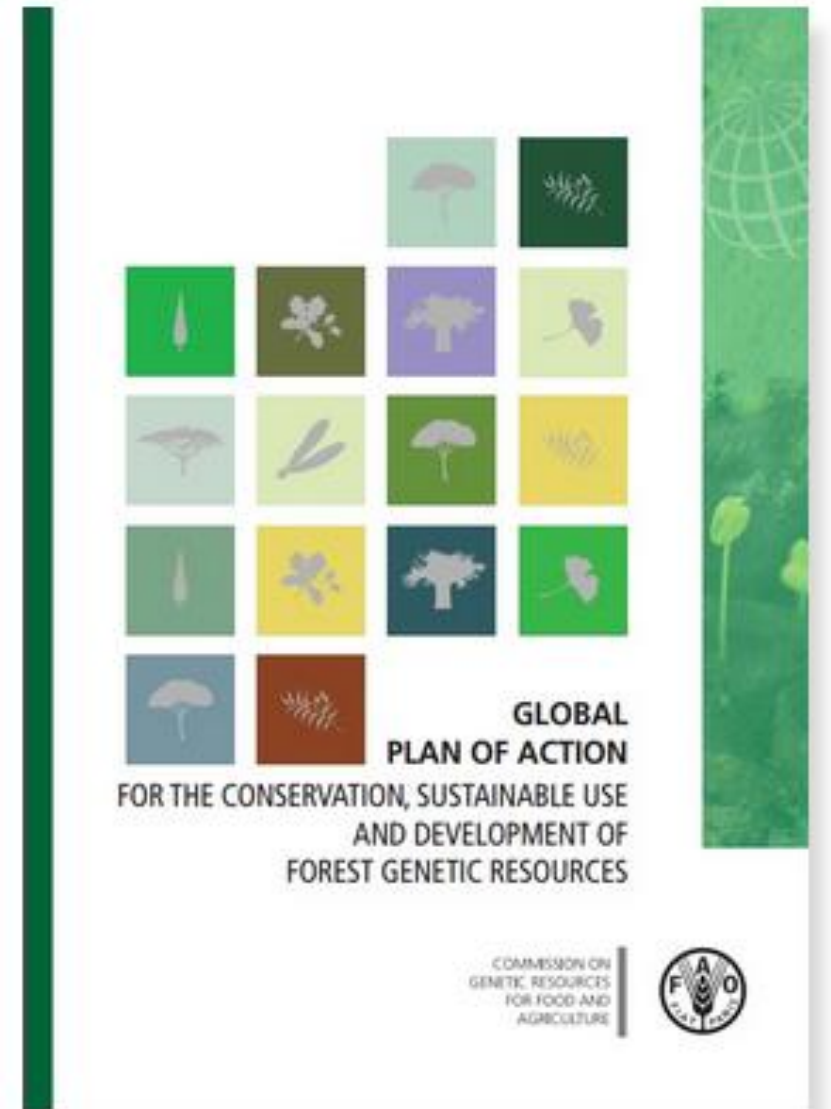
- Les races de bétail locales possèdent souvent des ressources génétiques précieuses
- Race de valeur = unique, robuste, capable de s'adapter à des conditions environnementales spécifiques (chaud, froid, humide, etc.)
- Gène de valeur = gène unique conférant un avantage sélectif (par exemple, résistance aux maladies, adaptation au froid)
- À des fins de productivité, les éleveurs ont tendance à choisir des races très productives, qui ne sont pas adaptées aux conditions locales
- Croisement d'animaux adaptés aux conditions locales avec des animaux importés très productifs qui ne peuvent pas faire face aux conditions environnementales difficiles et aux maladies locales
- La race d'origine est menacée – perte des gènes de valeur, perte de biodiversité
- Problèmes socio-économiques pour les éleveurs (perte de leurs moyens de subsistance, intégration dans les bidonvilles des zones urbaines)
- Problèmes liés à la sécurité alimentaire, à la situation sociale et à la conservation de la biodiversité



Surveillance des FAnGR

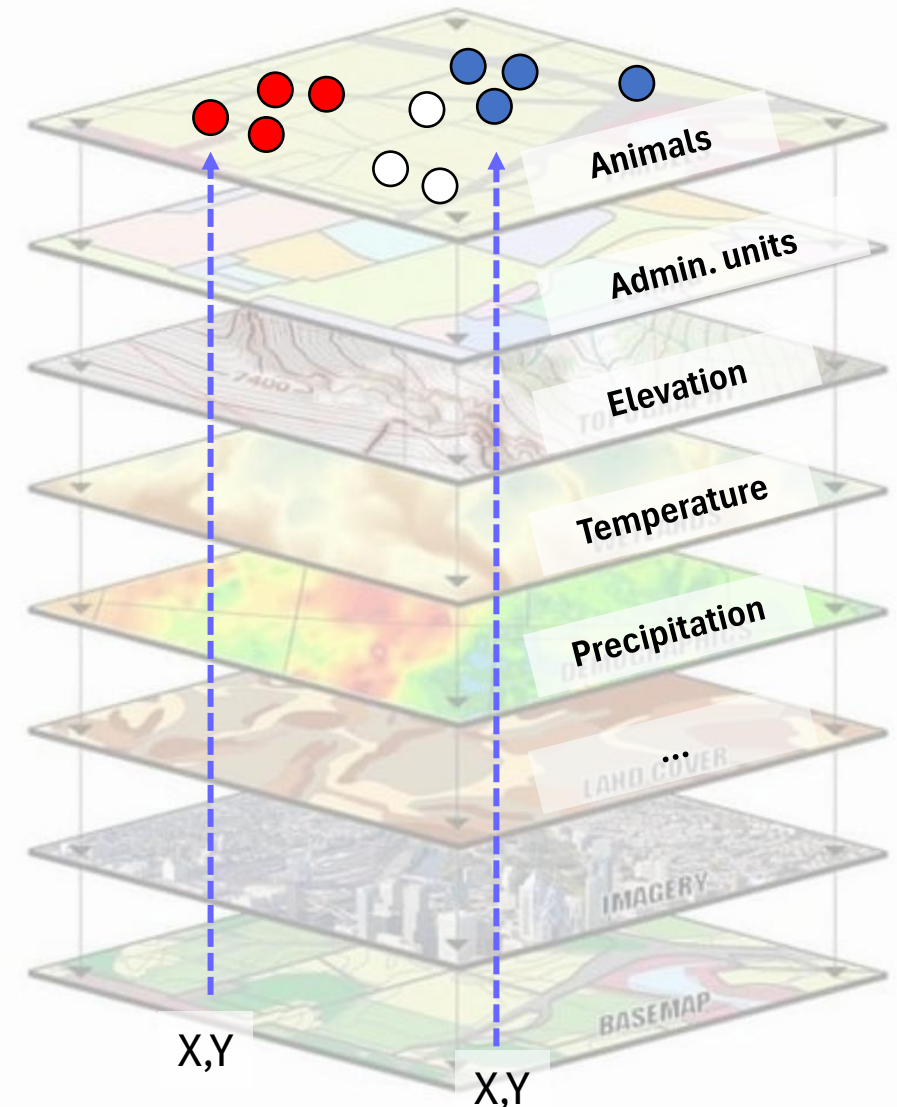
Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations

- Depuis 2007 (Conférence d'Interlaken), le plan d'action mondial de la FAO exige des États membres qu'ils surveillent leurs FAnGR
- En 2016, 17 % (1 458) des races d'animaux de ferme dans le monde étaient menacées d'extinction.
- Le statut de risque de beaucoup d'autres (58%) était simplement inconnu en raison d'un manque de données.
- 100 races de bétail ont disparu entre 2000 et 2014
- La gestion et la conservation des ressources génétiques du bétail sont essentielles : elles impliquent une mise en priorité de certaines races et des prises de décision
- Quelles races élever en priorité? Quels fonds allouer?
- Les SIG peuvent aider avec des données géoréférencées issues de différents domaines



Catégories de données

1. **Génétique** – génétique des populations
2. **Pratiques d'élevage**
3. **Socio-économie et socio-démographie** des régions où les animaux sont élevés
4. **Environnement naturel** : caractéristiques climatiques et géophysiques des lieux où les animaux sont élevés
5. **Limites politiques et administratives** : unités géographiques où les politiques doivent être appliquées

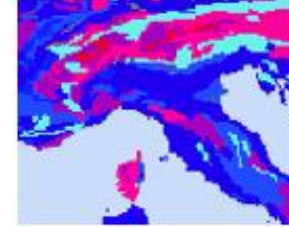


SIG et intégration des données



Administrative boundaries
Socio-Economic data
Socio-demographic data

Environmental data:
topography, climate,
soil, etc.



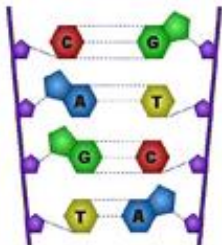
Geographic coordinates
X, Y



GIS

Sampling
Genetic data

Questionnaires
Husbandry practices



Statut des ressources génétiques animales (FAnGR)


- L'état des ressources génétiques animales est mesuré à l'aide d'une série d'indicateurs
- Stockés dans le système d'information de la FAO sur la diversité des animaux domestiques (**DAD-IS**)
- Les informations sont compilées par la FAO dans des rapports sur le statut et l'évolution des ressources génétiques animales (au niveau mondial) produits tous les deux ans
- Mais les pays doivent développer leur propre système

Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS)

Home Data In Focus Publications National Coordinators Regional/National Nodes

Data

Do you need detailed information for a specific breed?
Would you like to learn about breeds' risk status or generate specific reports and figures? Please use the tools on this page!
Would you like to run your own analyses? [Go to data export!](#)



Breed data sheet
Consult detailed information on breeds in different countries.







Image browser
Search for pictures provided by countries




Data export - breeds
Export data as CSV file for further analyses.




SDG Indicator 2.5.1
See the number and percentage of local breeds stored within a genebank collection for a selected set of countries and species.




SDG Indicator 2.5.2
See the proportion of local breeds, classified as being at risk, not-at risk or of unknown level of risk of extinction for a selected set of countries and species.




Most recent population records
See the distribution of most recent population update across the years




Geographical Distribution
Visualize the distribution of breeds




Transboundary breeds
Map the presence of transboundary



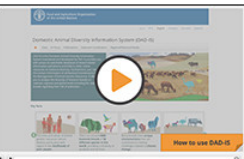
More data tools
Create various graphics and tables



Data entry
For National Coordinator




e-learning tools: How to enter data into DAD-IS



Videos:

- [How to use DAD-IS](#)
- [Trends in risk status](#)



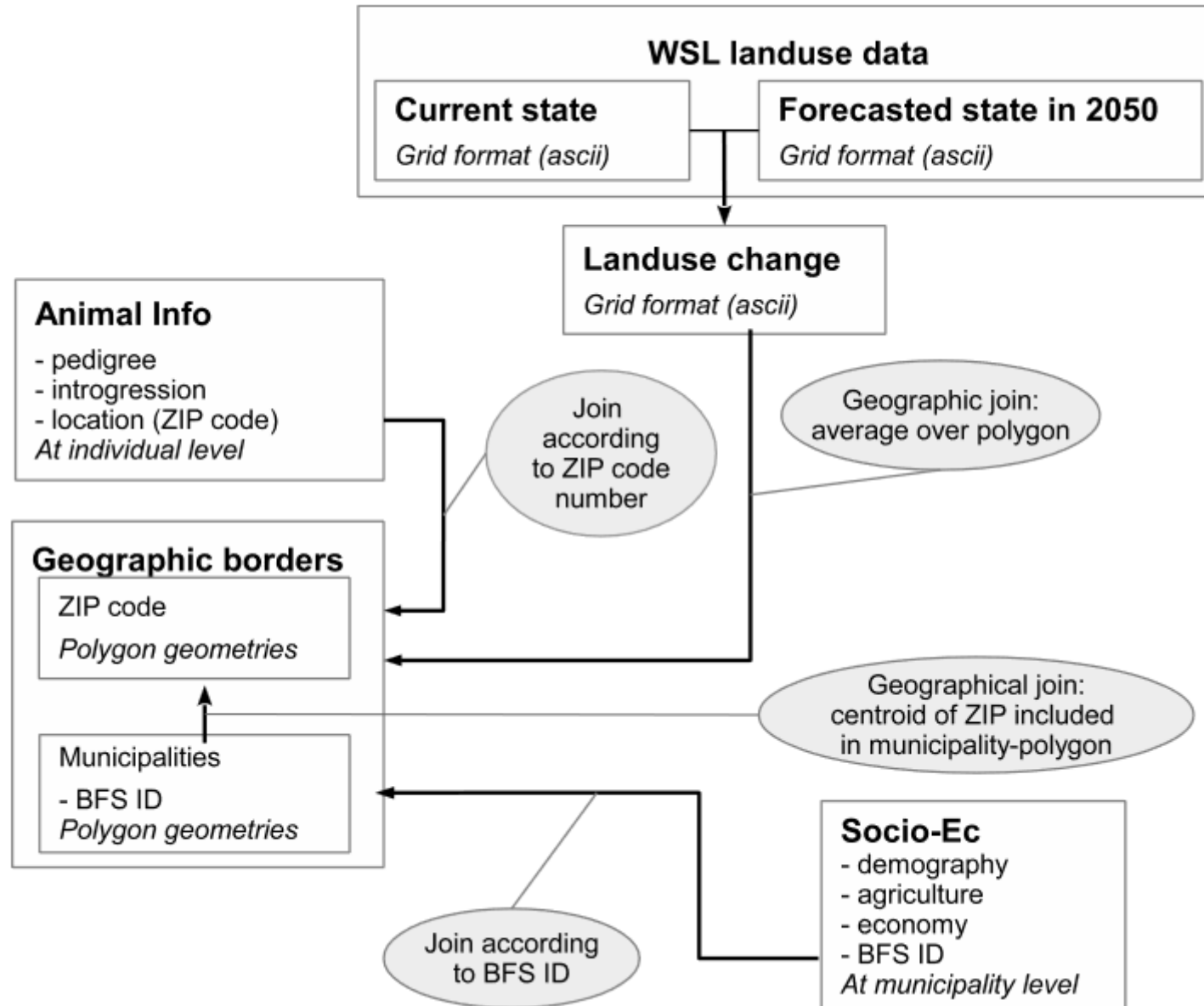
Le système GenMon en Suisse

- Des pays comme l'Autriche, l'Allemagne et la Grande-Bretagne ont développé un système de surveillance suite à la conférence d'Interlaken
- Application GenMon en Suisse, développée par notre laboratoire en collaboration avec la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires à Zollikofen- HAFL (Duruz et al. 2017)
- Le système utilise les Systèmes d'Information Géographique pour évaluer le risque de disparition des ressources génétiques
- **Objectif:** identifier et prioriser les races animales à risque pour orienter les efforts de conservation dans le cadre du plan d'action global de la FAO

Les données utilisées

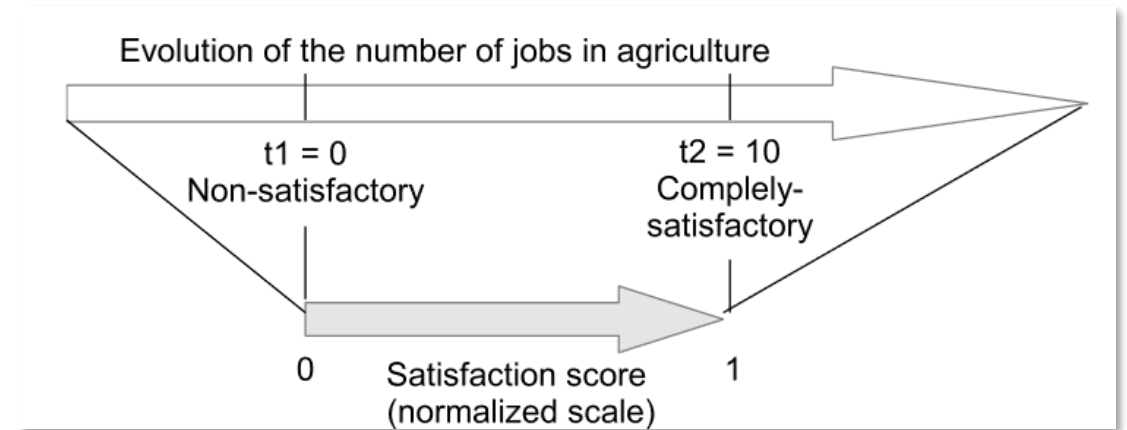
GENMON intègre cinq catégories d'informations

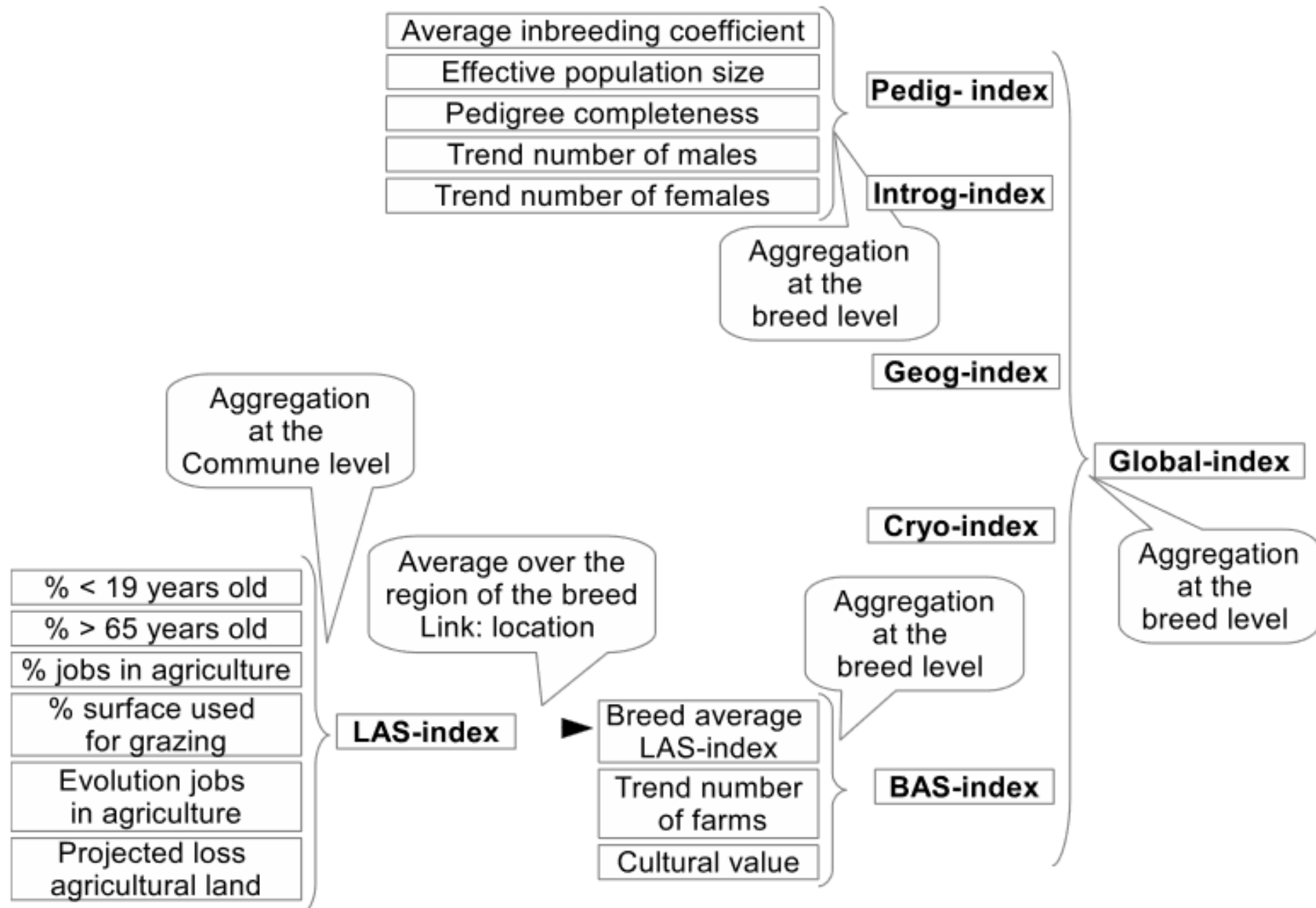
1. **Généalogie** (pédigrée) : données sur les parents, la date de naissance, le sexe, la localisation et les coefficients de consanguinité
2. **Introgression** : taux de croisements avec d'autres races
3. **Concentration géographique** : évalue la vulnérabilité d'une race en cas de maladie ou de catastrophe
4. Plan de **cryo-conservation** : présence et qualité de conservation de semences ou embryons
5. **Durabilité de l'agriculture locale** (indice BAS) : basé sur des données socio-économiques, démographiques et environnementales (emploi agricole, démographie, urbanisation, etc.)



Méthodologie

- Les données sont intégrées dans un SIG à différentes échelles géographiques (commune, code postal)
- Un outil de décision multicritère (MACBETH) permet d'agréger les différents indices en un score global de conservation
- Les poids et seuils sont définis par des experts (éleveurs, scientifiques, administrations) pour refléter les priorités nationales
- Dans l'approche MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), les experts ne donnent pas directement des notes numériques, mais évaluent les différences de satisfaction entre options selon des catégories qualitatives





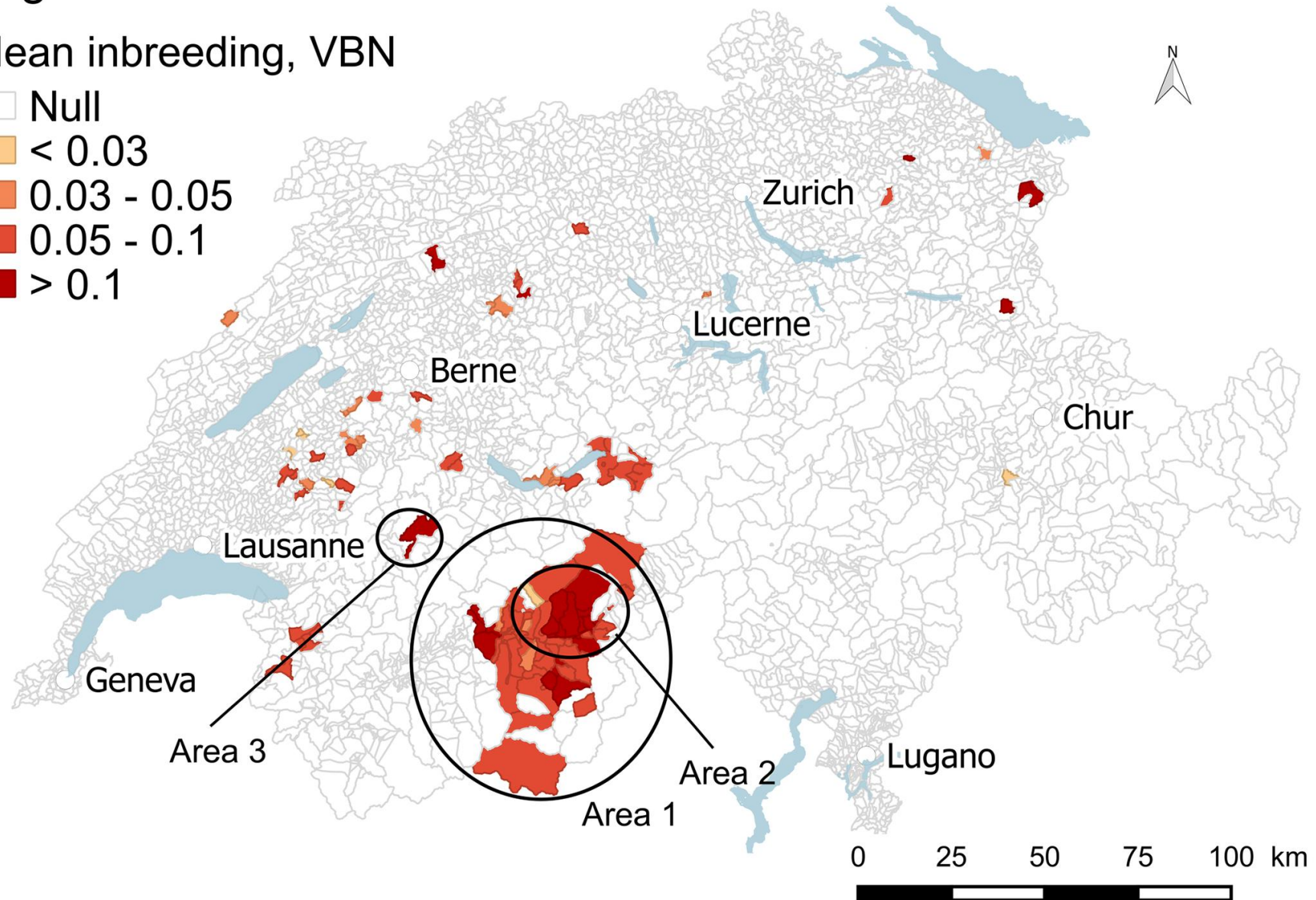
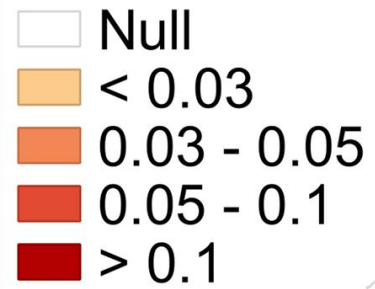
Approche d'analyse décisionnelle multicritère (MCDA)

- Les races sont classées selon leur niveau de risque (score global)
- Les décideurs peuvent identifier rapidement quelles races et quels territoires nécessitent des mesures de soutien
- Des cartes interactives permettent de visualiser les zones problématiques (consanguinité élevée, faible durabilité, etc.)

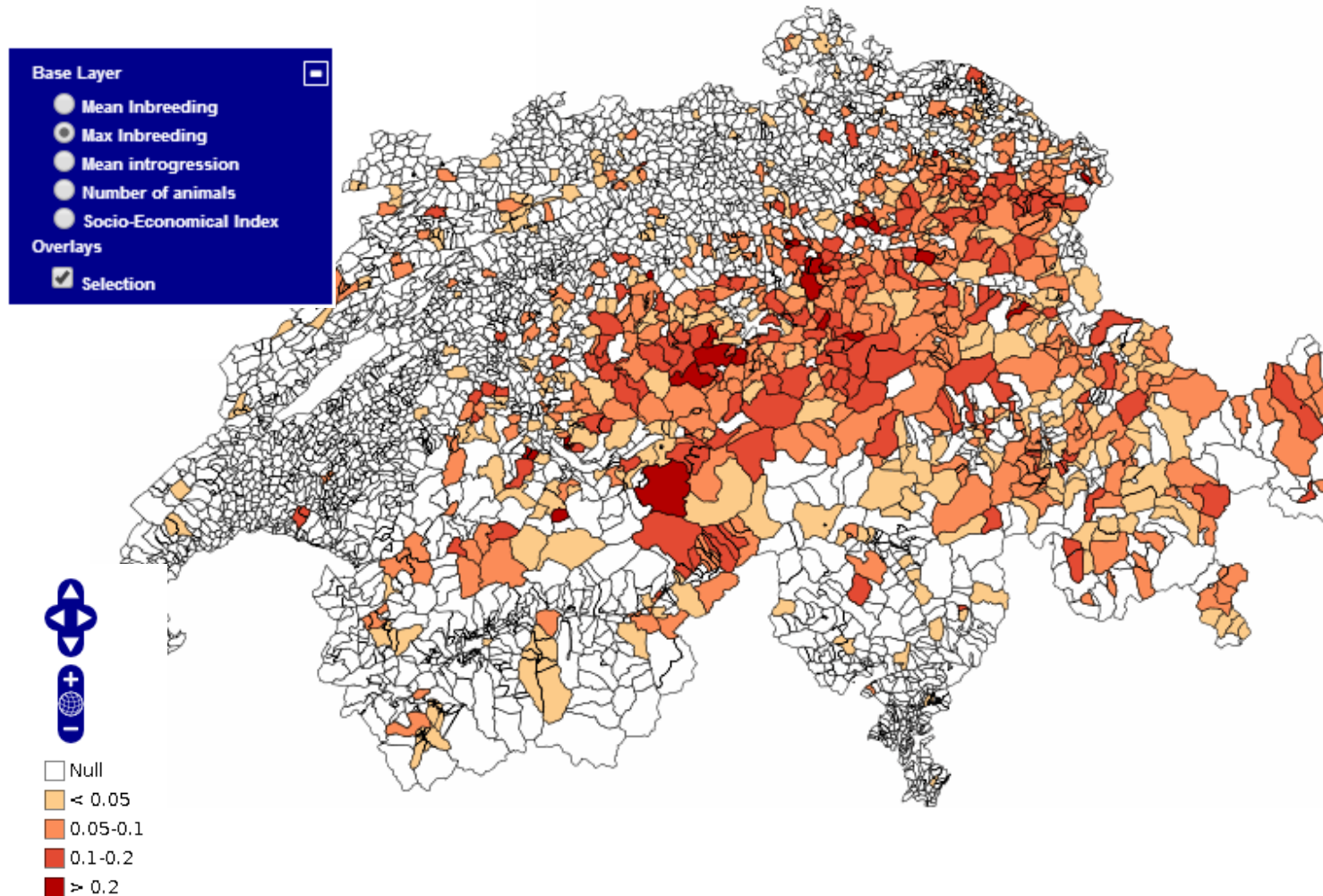
Breed Name	# Animals Last GI	Mean F Last GI	Ne Range	Pedigree complete ness	Trend males Last 5 yr	Trend females Last 5 yr	Pedig- Index	Introg- Index	Geog- Index	BAS- Index	Cryo- score	Global index
VBN	34,291	0.101 ■	■	■	■	■	■	■	■	■	0B	0.43
FM	26,877	0.067B	50-70B	99.7B	-2.4B	-2.1B	0.41B	0.12B	57.6B	0.64B	0.5B	0.51
SIM	18,301	0.031B	50-70B	85.6B	+54B	+5B	0.5B	0.005B	86.8B	0.54B	0.5B	0.66
OBV	50,632	0.036B	70-500B	99.5B	+2.5B	+4.6B	0.66B	0B	58.3B	0.59B	1B	0.78

Legend

Mean inbreeding, VBN



- Plateforme Web utilisant uniquement des logiciels **open-source**
- PostgreSQL/PostGIS (base de données)
- PopRep pour les analyses de pedigree
- OpenLayers pour la cartographie

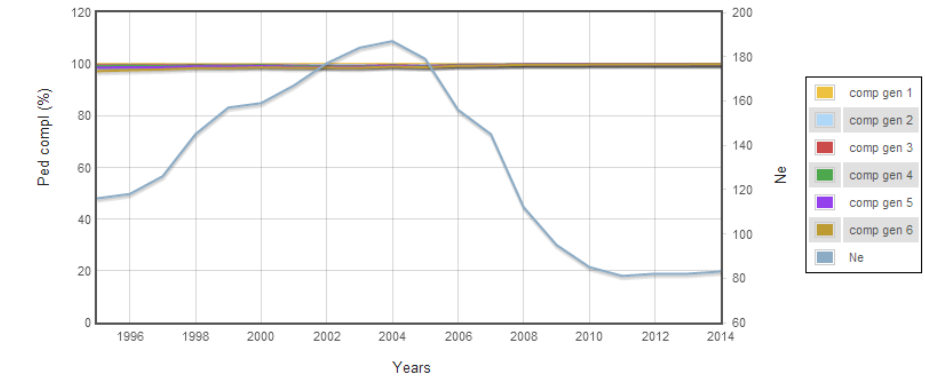


Effective population size

Table: Effective population size according to different computations

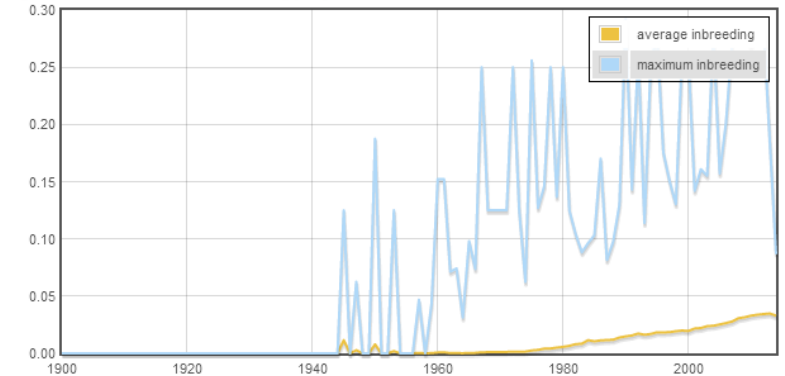
Method	Ne
--------	----

Figure: Effective population size ($N_{e_{FP}}$) and pedigree completeness



La taille de population effective = le nombre d'individus qui contribuent réellement à la reproduction d'une population — ce qui n'est pas toujours égal au nombre total d'animaux (population réelle)

Figure: Maximum and mean inbreeding per year

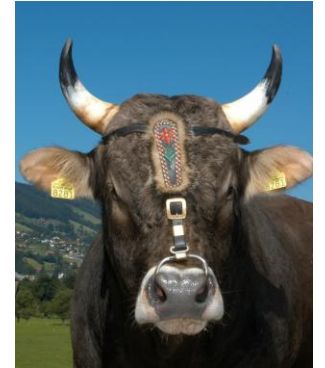
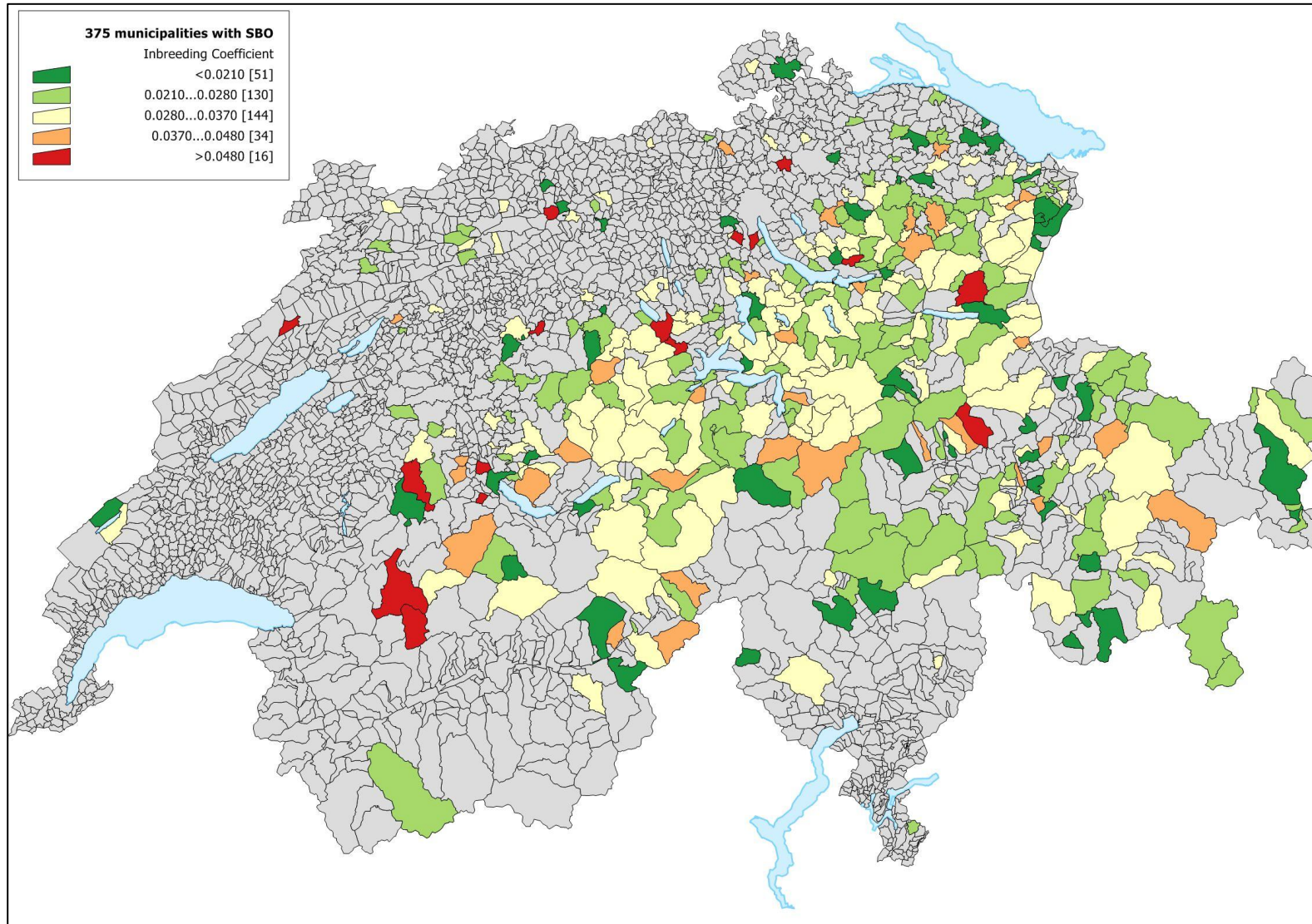


La Suisse brune originale (Swiss Original Braunvieh)

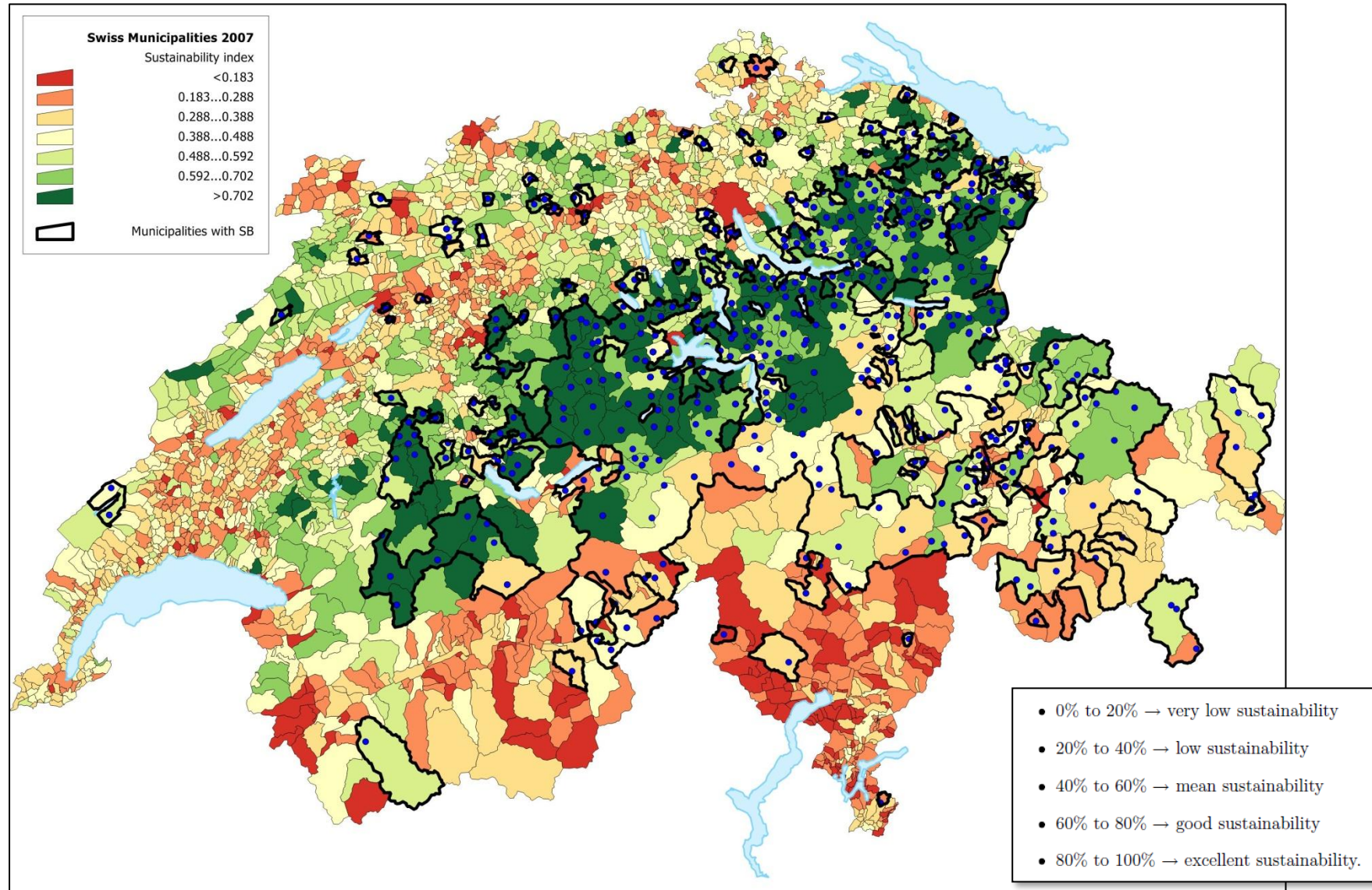
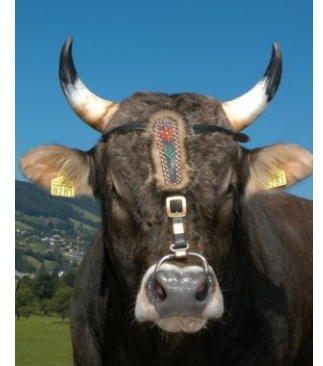
- Sous contrôle en Suisse
- Des génotypes uniques au monde
- La race Brune originale est une vache suisse à deux fins (lait et viande). Aux XVIIIe et XIXe siècles, la Suisse a exporté la race Brune aux États-Unis
- Où cette race est-elle menacée en Suisse ? Où agir en priorité ?
- Identification des zones critiques où la durabilité de l'élevage et la diversité génétique sont faibles



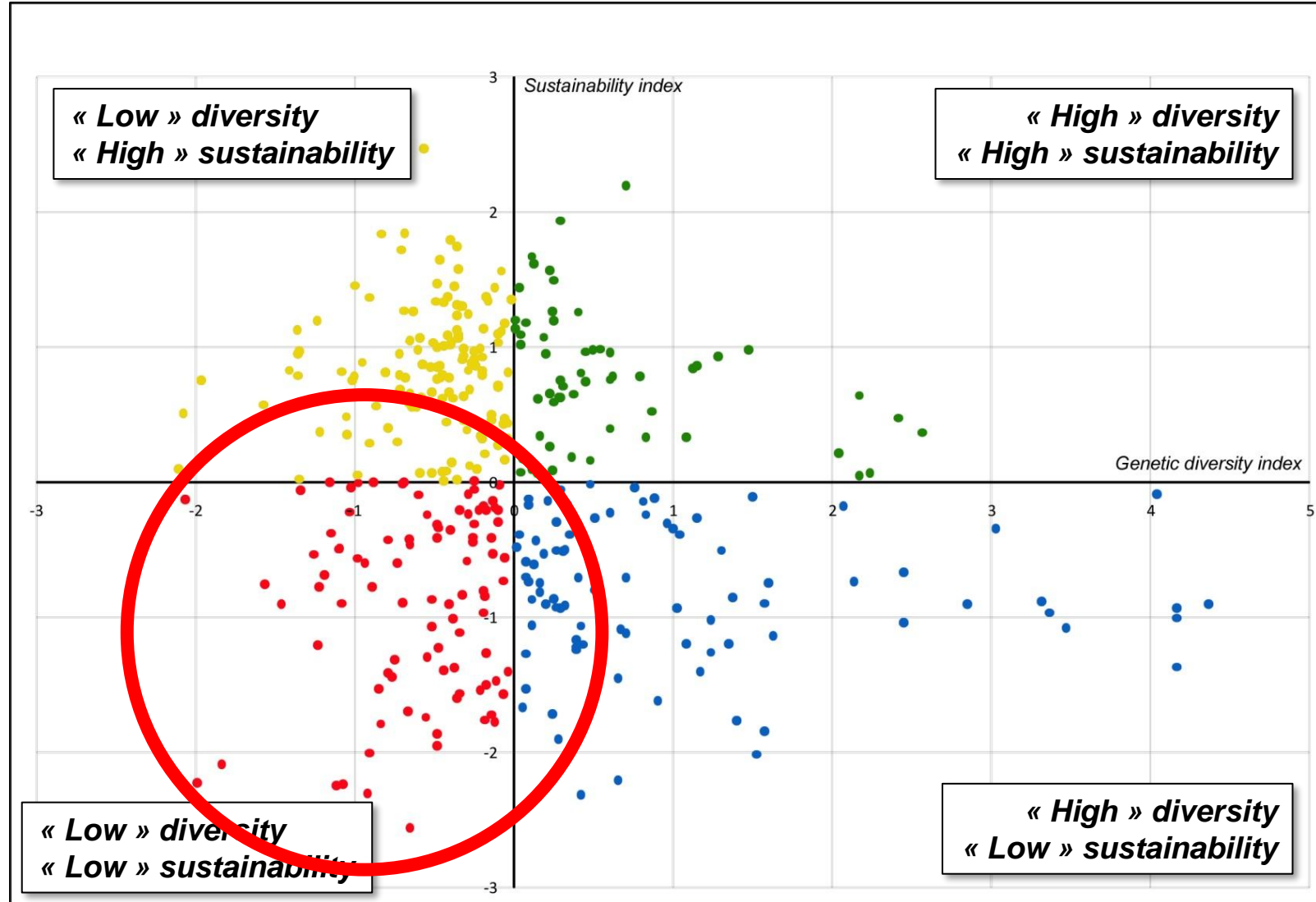
Consanguinité de la Suisse brune originale



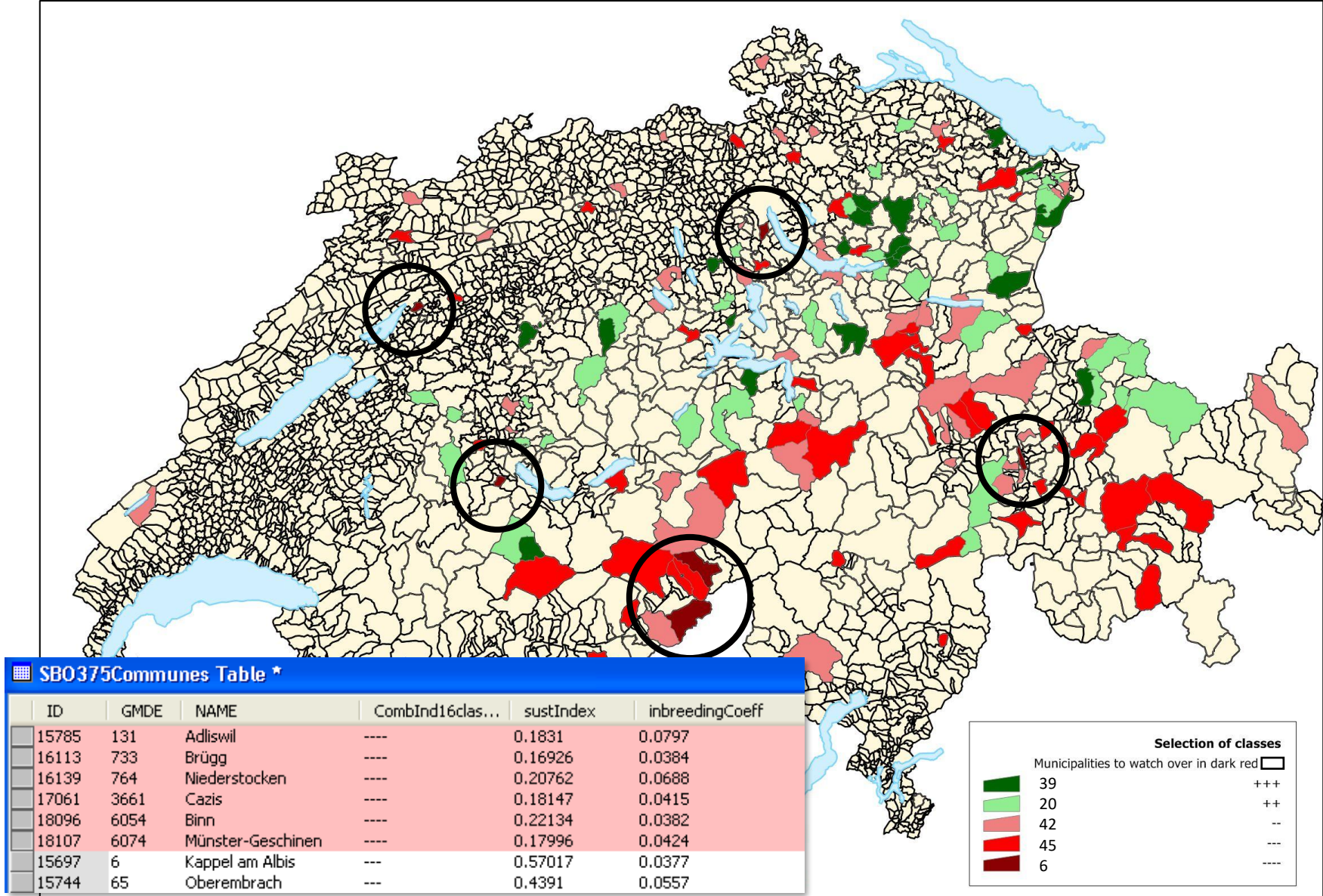
Durabilité de la Suisse brune originale



Identification des régions où la Suisse brune originale est en danger

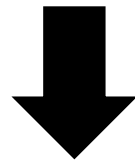


Les zones où investir des fonds de conservation en priorité



Conclusion

- Le système GENMON est exploité en Suisse par l' Office fédéral de l'agriculture (OFAG), l'autorité nationale compétente pour la gestion des ressources génétiques animales
- C'est Qualitas AG (Zoug), une entreprise spécialisée dans la gestion et l'analyse des données d'élevage, qui est mandatée par l'OFAG pour :
 - Charger et préparer les données des races (pedigrees, introgression, géographie, etc.)
 - Exécuter les analyses annuelles à l'aide de la plateforme GENMON
 - Générer les rapports d'évaluation du risque pour chaque race suivie.
 - Transmettre les résultats à l'OFAG, qui les utilise ensuite pour sa stratégie de conservation



FAO | DAD-IS

Merci pour votre attention!