



GENSCOP

Une plateforme pour l'analyse génétique des espèces en danger

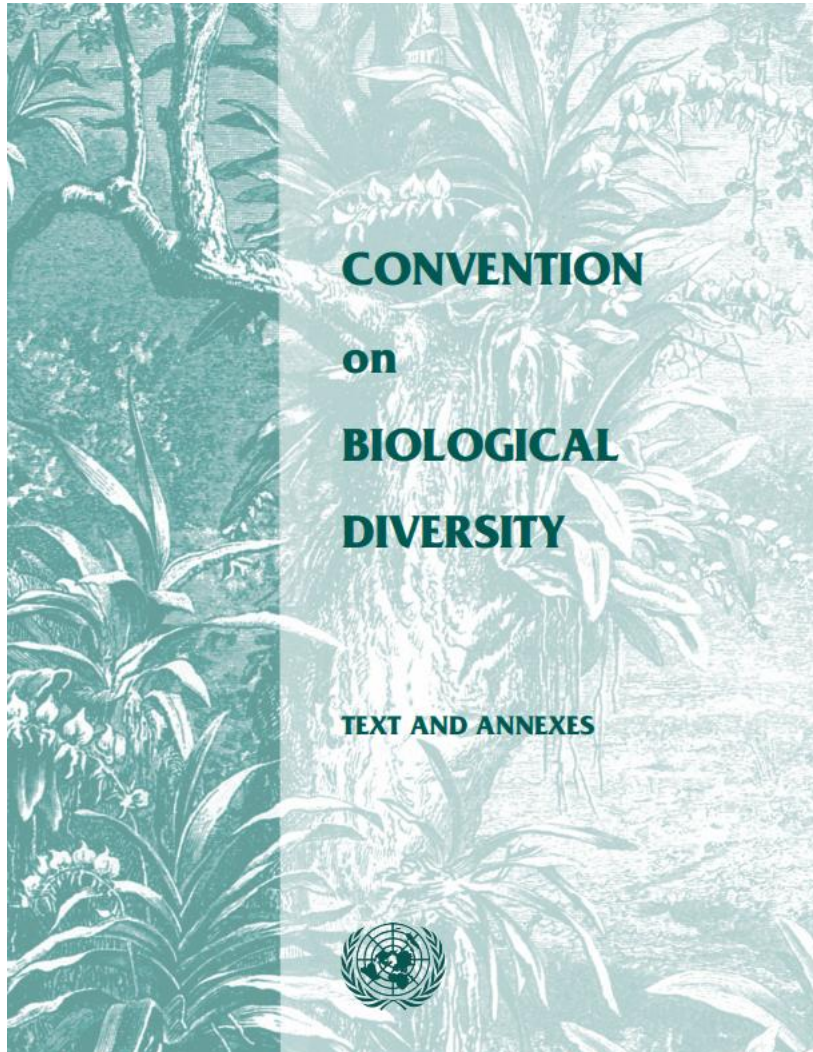
Yamama NACIRI

Conservatoire & Jardin botanique de Genève



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Etat des lieux - CBD



Art. 1 Les objectifs de cette convention [...] sont la conservation de la diversité biologique

Art. 2 “La diversité biologique” recouvre la variabilité entre organismes vivants [...] ceci inclut la diversité au sein des espèces, la diversité entre espèces et la diversité des écosystèmes.

22 Mai 1992

Etat des lieux : Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework



Objectif A:

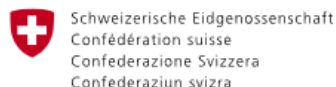
La diversité **génétique** au sein des populations d'espèces sauvages et domestiquées est maintenue, sauvegardant leur potentiel adaptatif (d'ici à 2050)

Indicateur pour les comptes-rendus (progress reports):

La proportion des populations avec une taille de population $N_e > 500$



Etat des lieux en Suisse



25 avril 2012

Stratégie Biodiversité Suisse

En exécution de la mesure 69 (objectif 13, art. 14, section 5)
du programme de la législature 2007–2011:

Elaborer une stratégie en faveur du maintien et du développement de la biodiversité

25 avril 2012

5. Comment avons-nous protégé la biodiversité jusqu'ici

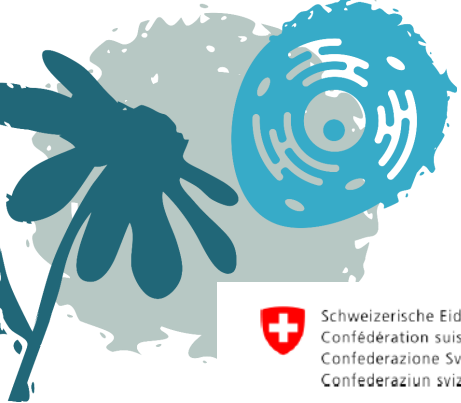
5.3. Protection de la diversité génétique

«On commence seulement à découvrir la diversité **génétique** des plantes et des animaux sauvages ainsi que des micro-organismes dans notre pays. Jusqu'ici, peu d'efforts ont été entrepris pour conserver et utiliser durablement les ressources **génétiques** des espèces et variétés présentes à l'état sauvage en Suisse (...)»

7. Objectifs stratégiques

7.4. Maintenir et développer la diversité génétique

«D'ici à 2020, l'appauvrissement **génétique** est freiné et si possible stoppé (...)»



1^{er} plan d'action (2017-2023)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Le Conseil fédéral

Plan d'action

Stratégie Biodiversité Suisse

N° de dossier : Q425-0703

Approuvé le 6 septembre 2017 par le Conseil fédéral.

La biodiversité est constituée par

la **diversité des espèces** d'animaux, de plantes, de champignons et de micro-organismes,

la **diversité génétique** au sein des espèces,

la **diversité des écosystèmes** et

les **interactions** dans et entre ces niveaux.

6 septembre 2017

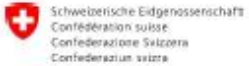
Première phase de mise en œuvre (2017-2023) Mesures du Plan d'action

	Chapitres
Mesures urgentes	4.1
Entretien et assainir les aires protégées existantes	4.1.1
Créer et entretenir des réserves forestières	4.1.2
Assurer la présence de vieux bois et de bois mort en quantité et en qualité suffisantes	4.1.3
Assurer la conservation spécifique d'espèces prioritaires au niveau national	4.1.4 / 4.3.4
Mesures exploitant des synergies	4.2
Concevoir l'infrastructure écologique sur l'ensemble du territoire	4.2.1
Élaborer une Stratégie Sol Suisse	4.2.2
Adapter la production agricole aux conditions naturelles locales	4.2.3
Évaluer l'impact des subventions fédérales	4.2.4
Prendre en compte les services écosystémiques dans les décisions ayant un impact sur le territoire	4.2.5
Intégrer des critères de biodiversité dans les normes de durabilité existantes	4.2.6
Dispositions en faveur de la biodiversité dans les règlements type en matière de construction.	4.2.7
Œuvrer pour la biodiversité dans le cadre de la coopération internationale et honorer les engagements en matière de financement de la biodiversité	4.2.8
Mettre à profit les connaissances acquises au niveau international dans la politique nationale en faveur de la biodiversité	4.2.9
Mesures incluant des projets pilotes	4.3
Planifier régionalement la mise en réseau des milieux naturels de grande valeur écologique	4.3.1
Optimiser la conservation intersectorielle des milieux naturels	4.3.2
Déclasser des terrains pour favoriser la biodiversité	4.3.3
Assurer la conservation spécifique d'espèces prioritaires au niveau national	4.3.4
Sensibiliser au thème de la biodiversité	4.3.5
Protéger et développer la biodiversité de manière exemplaire sur les terrains que les pouvoirs publics utilisent activement	4.3.6





2^{ème} plan d'action (2025-2030)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Le Conseil fédéral

Plan d'action
Stratégie Biodiversité Suisse
Phase 2 (2025-2030)



Mesure 9: Diversité génétique

Les **connaissances génétiques** font partie intégrante des mesures de protection et de promotion pour un ensemble d'espèces représentatives ou indicatrices de chacune des guildes couvertes par la mesure de conservation des espèces.

Un **monitoring de la diversité génétique** qui correspond aux priorités de la protection de la nature et des eaux est mis en place.

Les mesures de **conservation *ex-situ*** sont mieux coordonnées et priorisées.

20 novembre 2024



Etat des lieux

Un **soutien fédéral mitigé** pour la période 2017-2023, y compris sur les plantes cultivées... mais une volonté de rattrapage pour la période 2025-2030....

+

Une **demande croissante** des autorités cantonales pour obtenir des **données génétiques** sur les espèces en danger.

Une **volonté croissante** des **praticiens de la conservation** d'utiliser des **données génétiques** pour soutenir ou guider leurs **décisions** en matière de conservation.

+/-

Les données génétiques sont parfois **difficiles à interpréter** pour les non-généticiens.

Le **potential** et les **limitations** de la génétique ne sont pas toujours clairs pour tous.

Les généticiens ne sont pas toujours au courant des **questions les plus urgentes** en matière de conservation des espèces.

Les cantons ne savent pas toujours quelles sont les actions menées par leurs voisins, surtout entre régions linguistiques différentes.



Les principes de GENSCOP

GENSCOP (pour **Genetic Species Conservation Platform**) met en lien les autorités, les praticiens et les scientifiques travaillant dans le domaine de la génétique de la conservation.

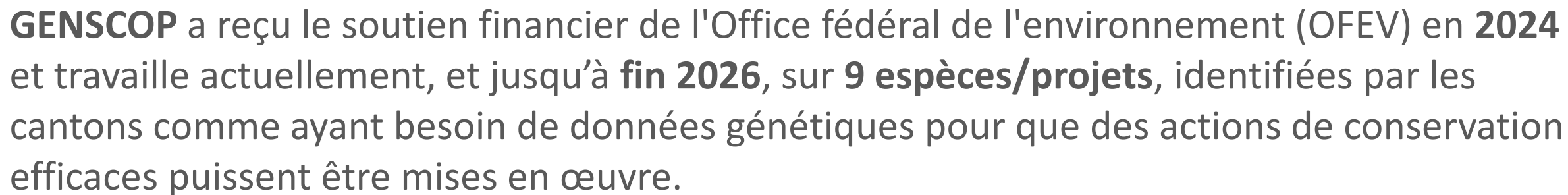
GENSCOP est une plateforme **d'analyses génétiques sur les plantes et les champignons** qui canalise les demandes des offices cantonaux et nationaux et des praticiens et les connecte à l'expertise et aux ressources de l'un des laboratoires partenaires.

GENSCOP assure un suivi **scientifique et professionnel** des études par une commission d'experts fournissant une **interprétation** des données génétiques et une **traduction** des résultats génétiques en recommandations d'actions sur le terrain.

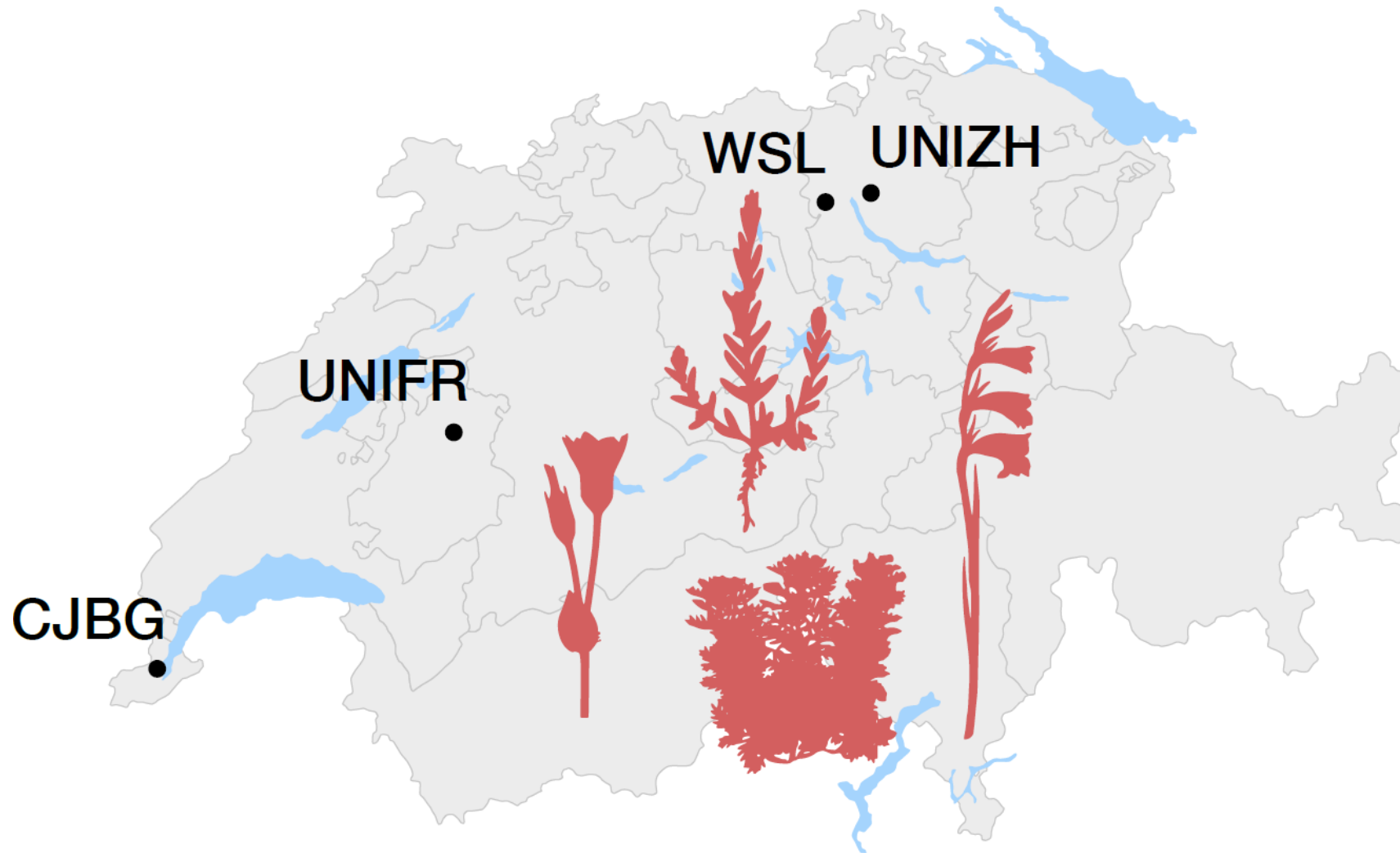


Organisation de GENSCOP

- (1) Les **autorités et les praticiens** identifient les espèces ayant besoin de données génétiques et les questions urgentes auxquelles il faut répondre.
- (2) La plateforme de réception **transmet les demandes**.
- (3) Le groupe d'experts, composé de généticiens et de conservateurs, **discute des cas**, des méthodes appropriées et envoie le travail à l'un des laboratoires impliqués.
- (4) Les cantons effectuent **l'échantillonnage**.
- (5) La plateforme technique, composée actuellement de quatre laboratoires, **effectue les analyses** (séquençage et analyses bioinformatiques).
- (6) Les résultats sont discutés au sein du groupe d'experts qui transmet le rapport et les **conseils et recommandations de conservation** au canton.



Le réseau de laboratoires





L'équipe technique



Christian Parisod (UniFR) – Felix Gugerli (WSL) – Andreas Ensslin (CJBG) – Charles Pouchon (CJBG)
Yamama Naciri (CJBG) – Nicola Schoenenberger (CJBG) – Barbara Keller (UniZH)



Les premiers pas

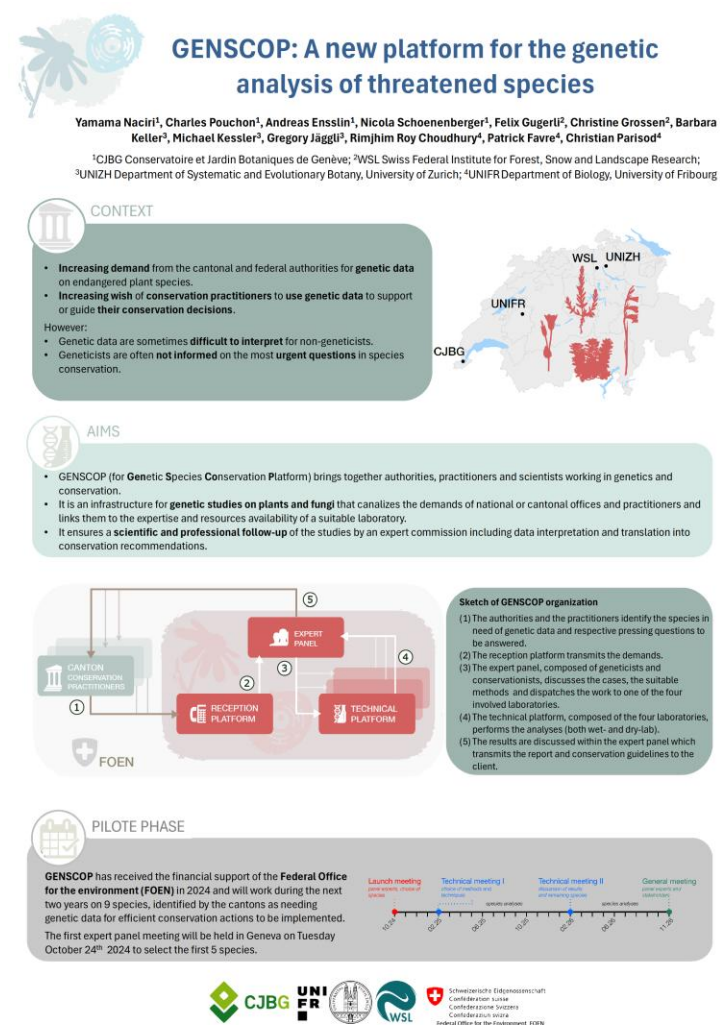
Une **première réunion** en visioconférence le 10 mai 2024 pour préciser l'organisation et la constitution du groupe technique.

Un **appel à la participation** des cantons via la KBNL en juin 2024.

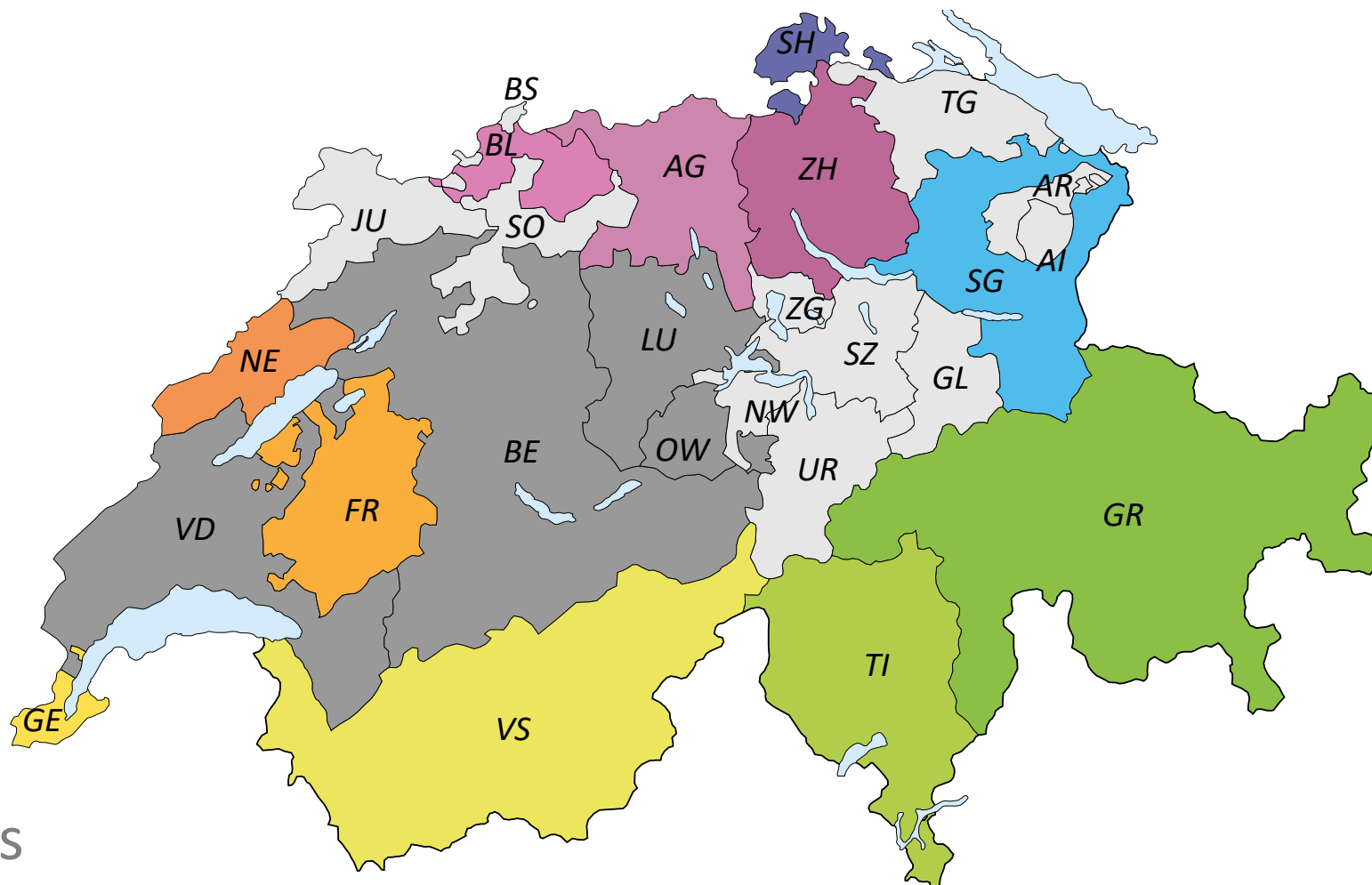
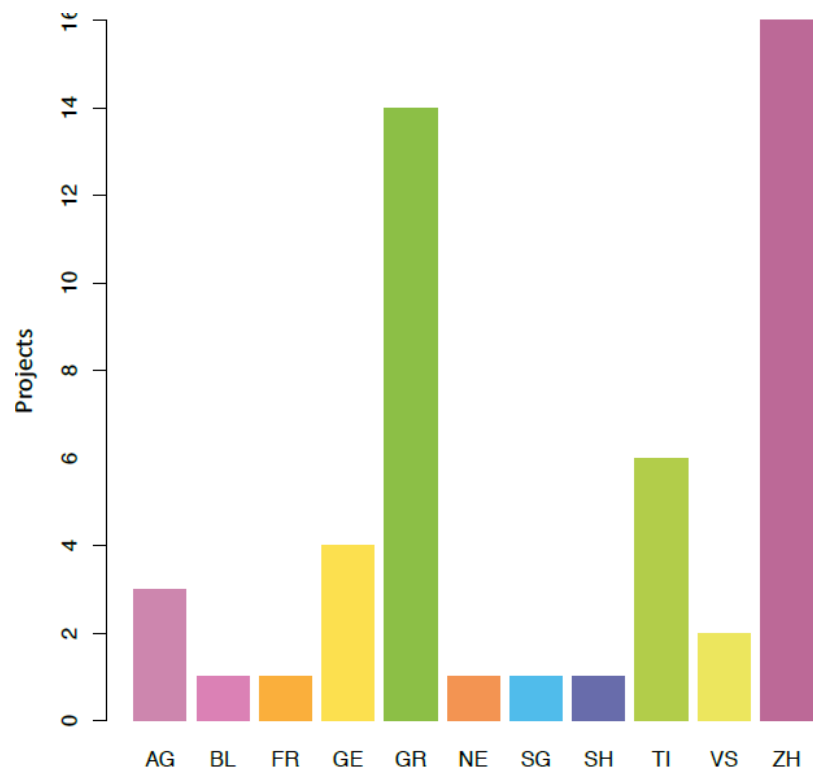
Une **participation** en août 2024 à la *6^{ème} Conférence Européenne sur la Génétique de la Conservation* à Lausanne avec un poster.

La **réception des besoins** des cantons s'est effectuée jusqu'à fin septembre 2024

Une première **réunion technique** a eu lieu le 24 octobre 2024 pour la sélection des projets



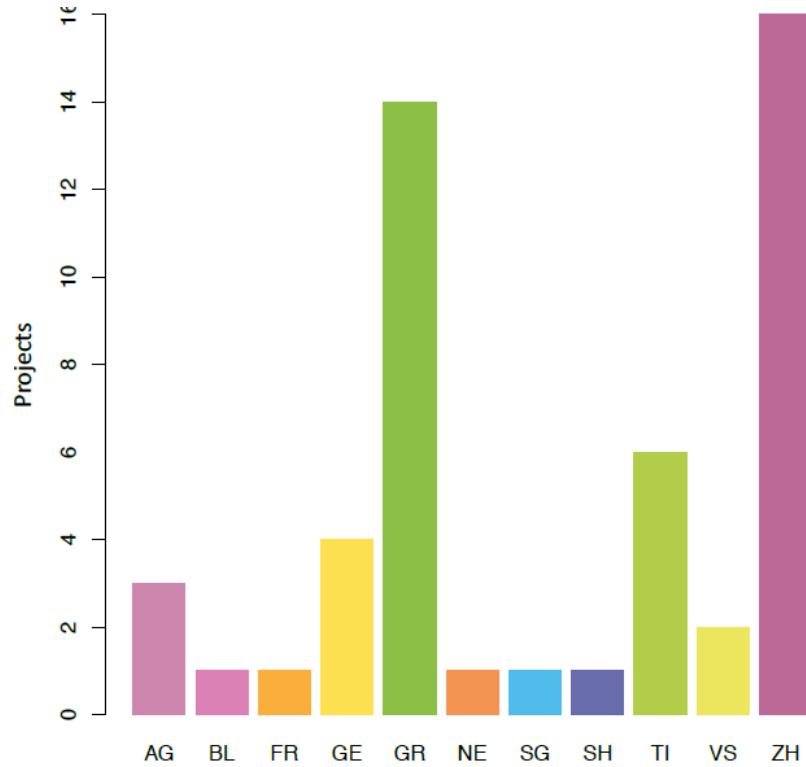
Cantons volontaires



Leaders (couleur) : 11 cantons

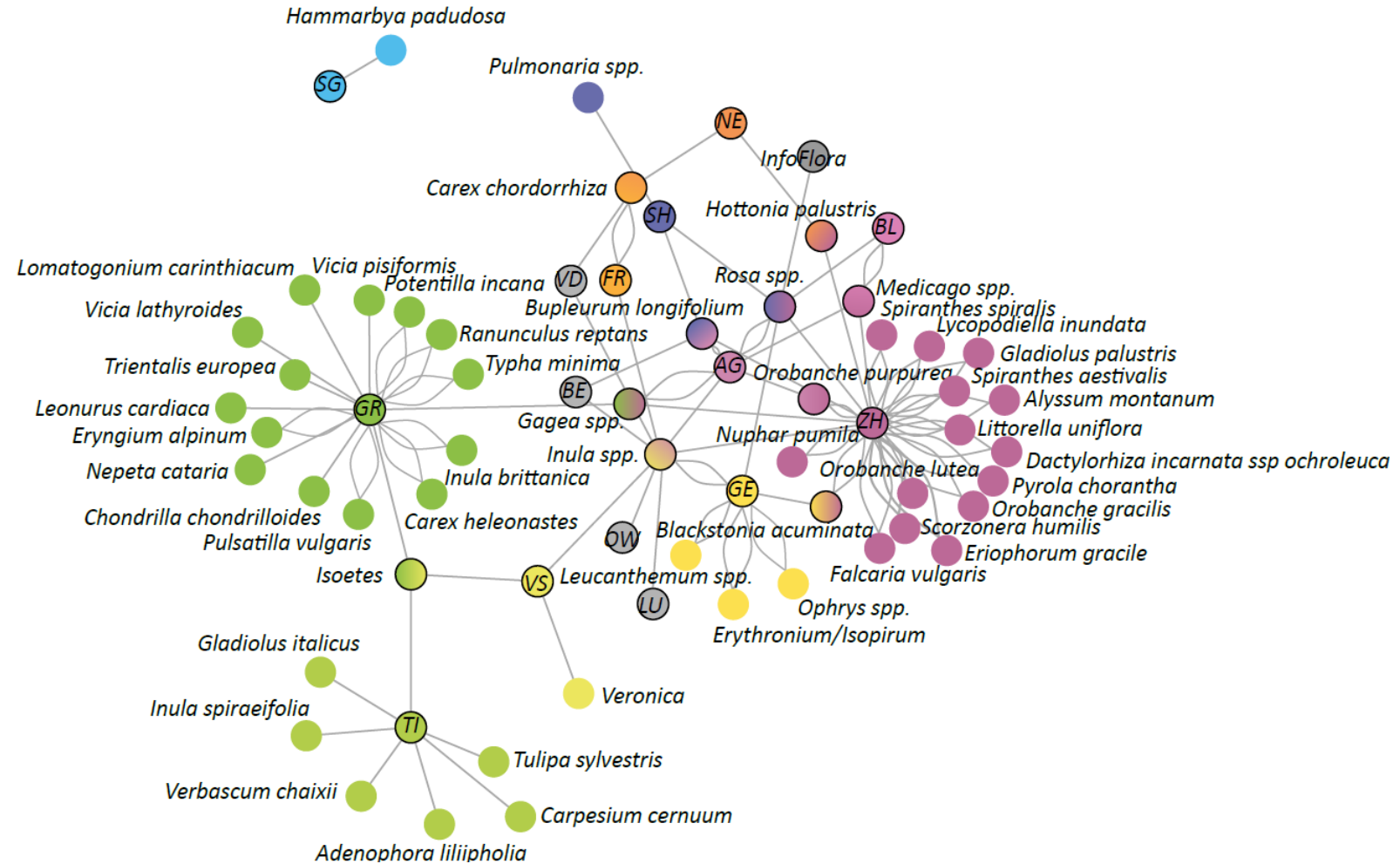
Partenaires (gris) : 4 cantons

Espèces proposées

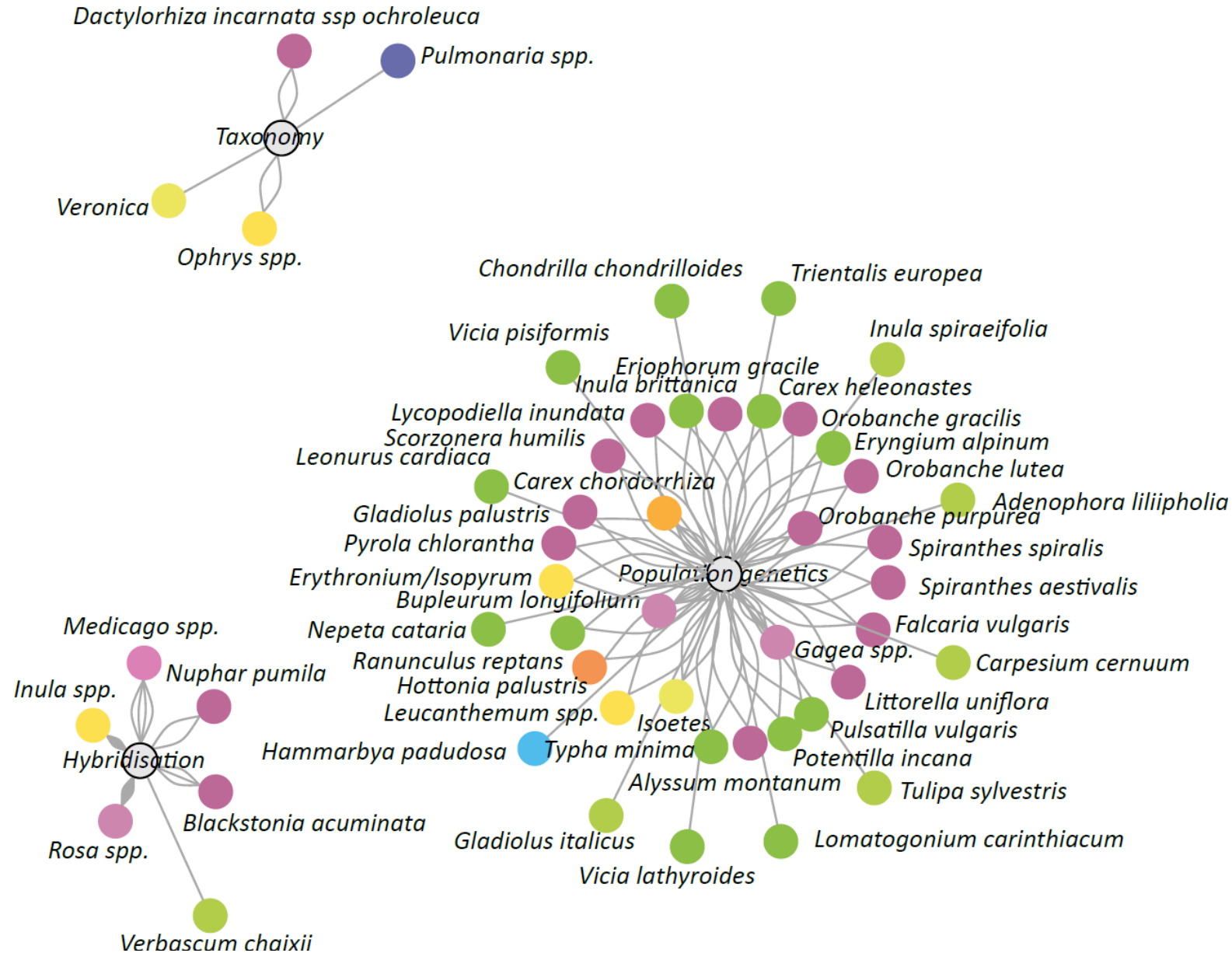
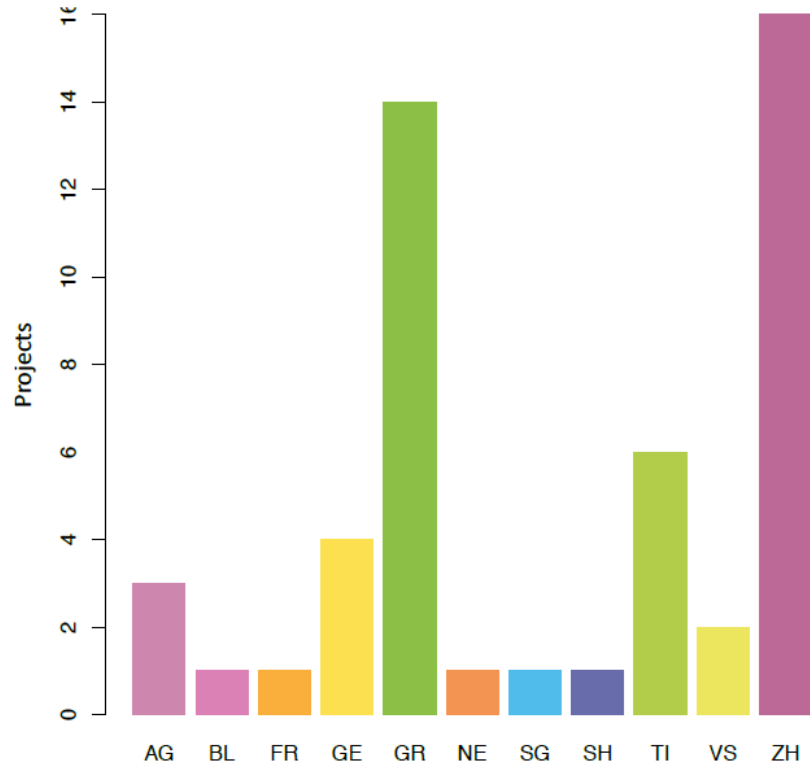


Nbre d'espèces : 58

Nbre de projets : 50



Type de questions





Critères de sélection

Couvrir la Suisse et donner la priorité aux projets impliquant différents cantons.

Prioriser des projets portant sur des **thèmes différents** (génétique des populations, hybridation, taxonomie).

Prendre en compte la **faisabilité** du projet dans le temps imparti (niveaux de ploïdie, tailles de génome, existence d'un génome séquencé, possibilités d'échantillonnage, etc...).

Type de **méthodes** à utiliser pour répondre aux questions posées.



Attribution des projets

En suivant les critères précédents, **16 projets/espèces** ont été sélectionnés le 24 octobre 2024.

Quatre projets/espèces ont été attribués à chacun des laboratoires pour une première évaluation des besoins et des budgets nécessaires.

La liste provisoire a été envoyée à tous les cantons fin novembre 2024.

Chaque laboratoire en charge a contacté les personnes concernées pour **évaluer les demandes**, affiner les questions, prendre connaissance du nombre et de la taille des populations concernées, etc..

La **liste finale des 9 projets/espèces** a été déterminée le 19 février 2025 sur la base des méthodes projetées et des budgets établis, suite à cette période d'enquête.

Project leader	Project partners	Target species	Plant family	Feasibility	Attributed Laboratory	Ploidy level	Thematic
ZH	ZH	<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	Nymphaeaceae	yes (SSR)	FR	2n=34 (diploid)	Hybridisation
AG	AG, SH, ZH, SZ, NE, FR	<i>Bupleurum longifolium</i> L.	Apiaceae	yes	FR	2n=16	Population genetics
SH		<i>Pulmonaria collina</i> W. Sauer, <i>Pulmonaria mollis</i> Hornem., <i>Pulmonaria mollis</i> subsp. <i>alpigena</i> W. Sauer	Boraginaceae	yes (ddRAD)	FR	<i>P. mollis</i> agg., 2n=18, 26	Taxonomy
BL		<i>Medicago falcata</i> L., <i>Medicago x varia</i> Martyn & <i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	yes	FR	<i>M. sativa</i> , 2n=32; <i>M. falcata</i> , 2n=16, 32; <i>M. falcata</i> 2n = 32 (16)	Hybridisation
GE	GE, VD, FR, BE, OW, AG, ZH, VS, LU	<i>Inula helvetica</i> Weber (Asteraceae), <i>Inula salicina</i> L. & <i>Inula x semiamplexicaulis</i>	Asteraceae	yes	GE	<i>I. helvetica</i> 2n=?; <i>I. salicina</i> , 2n=16	Hybridisation
GR		<i>Inula britannica</i> L.	Asteraceae	yes	GE	2n=32	Population genetics
TI		<i>Inula spiraeifolia</i> L.	Asteraceae	yes	GE	2n=16	Population genetics
ZH	ZH, GE, FR	<i>Blackstonia acuminata</i> (W. D. J. Koch & Ziz) Domin	Gentianaceae	yes (Angiosperms353)	GE	2n=40	Hybridisation
GR	GR	<i>Eryngium alpinum</i> L.	Apiaceae	yes (SSR)	GE	2n=16	Population genetics
ZH	ZH	<i>Gladiolus palustris</i> Gaudin	Iridaceae	yes (Angiosperms353)	GE	2n=60	Population genetics
GR	GR, ZH	<i>Typha minima</i> Hoppe	Typhaceae	yes	WSL	2n=30 (diploid)	Population genetics
ZH	ZH, FR	<i>Lycopodiella inundata</i>	Lycopodiaceae	difficult	WSL		Population genetics
ZH	ZH	<i>Alyssum montanum</i> L.	Brassicaceae	yes	WSL	2n=16, 2x-4x-6x	Population genetics
ZH	ZH, SH	<i>Scorzonera humilis</i> L.	Asteraceae	yes (SSR)	WSL	2n=14 (diploid)	Population genetics
NE	ZH, FR	<i>Hottonia palustris</i> L.		yes (ddRAD)	ZH		Population genetics
GR		<i>Vicia lathyroides</i> L.	Fabaceae	yes	ZH	2n=12 (diploid)	Population genetics
		<i>Vicia pisiformis</i>	Fabaceae	yes	ZH	2n=12 (diploid)	Population genetics
GR	FR	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Lamiaceae	yes	ZH	2n=18	Population genetics

Liste finale (9+1)

CJBG
UniZH
UniFR
WSL



1. *Inula helvetica* & *I. spiraeifolia*; 2. *Blackstonia acuminata* & *B. perfoliata*; 3. *Gladiolus palustris*; 4. *Hottonia palustris*; 5. *Leonurus cardiaca*; 6. *Nuphar pumila*; 7. *Bupleurum longifolium*; 8. *Eriophorum gracile*; 9. *Scorzonera humilis*; 10. *Pulmonaria collina* & *P. mollis*



Les méthodes utilisées

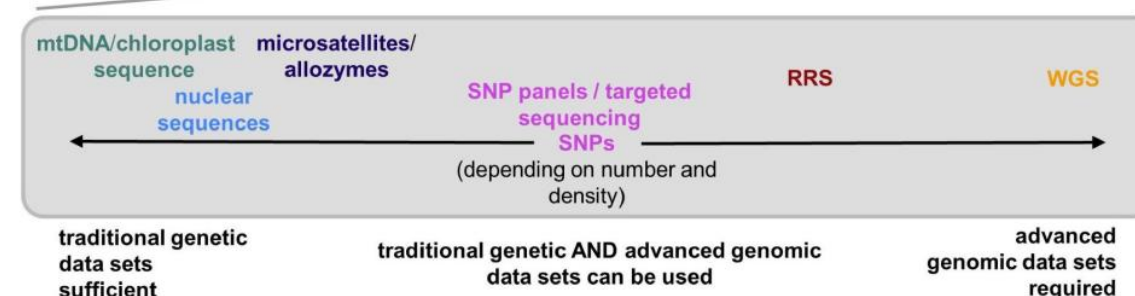
De trois types:

Reséquençage de génomes à faible couverture
(WGS : Whole Genome Sequencing)

Séquençage de fragments digérés ddRAD
(RRS: Reduced Representation Sequencing)

Séquençage en masse de gènes ciblés
(RRS: Reduced Representation Sequencing)

	Genetics ← → Genomics
What species are present, for example from a mix of samples (metabarcoding)?	•
What is the species ID of an unknown sample?	•
What is the sex of a diploid individual?	•
What is the connectivity between populations? Is gene flow sex-biased?	• →
How genetically diverse is a population? What is the heterozygosity?	• →
Are individuals/populations inbred?	• →
What is the demographic history of the population?	• →
What is the population structure?	• →
How are individuals related? What is the parentage?	• →
What is the population size?	• →
What is the effective population size?	• →
What is the adaptive potential of the population?	• →
Which genes are under selection?	• →
What is the genetic basis of phenotypic variation?	• →
What is the sex of a polyploid individual?	•
What are the levels or mechanisms of gene expression?	• →
How genetically healthy is a population or an individual?	• →



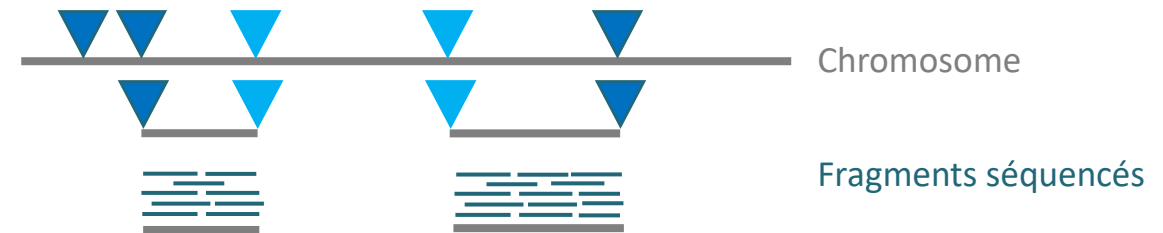


Les méthodes utilisées

1. Séquençage de génomes à faible couverture
(WGS : Whole Genome Sequencing)



2. Séquençage de fragments digérés ddRAD
(RRS: Reduced Representation Sequencing)

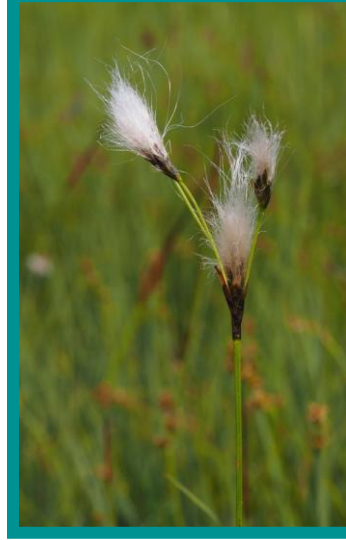


3. Séquençage en masse de gènes ciblés
(RRS: Reduced Representation Sequencing)





Eriophorum gracile



Méthode - Séquençage à faible couverture

Statut UICN - en danger (EN)

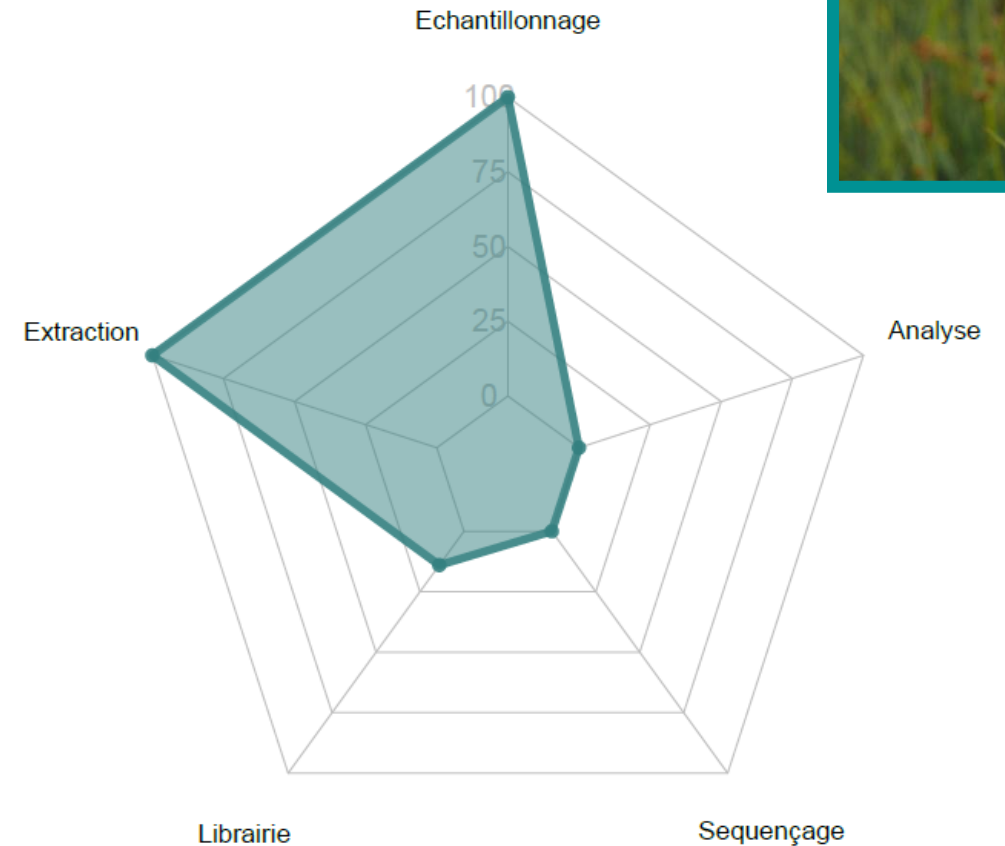
Cantons - FR, ZH, BE, GR

Nombre d'individus – 300

Laboratoire - WSL

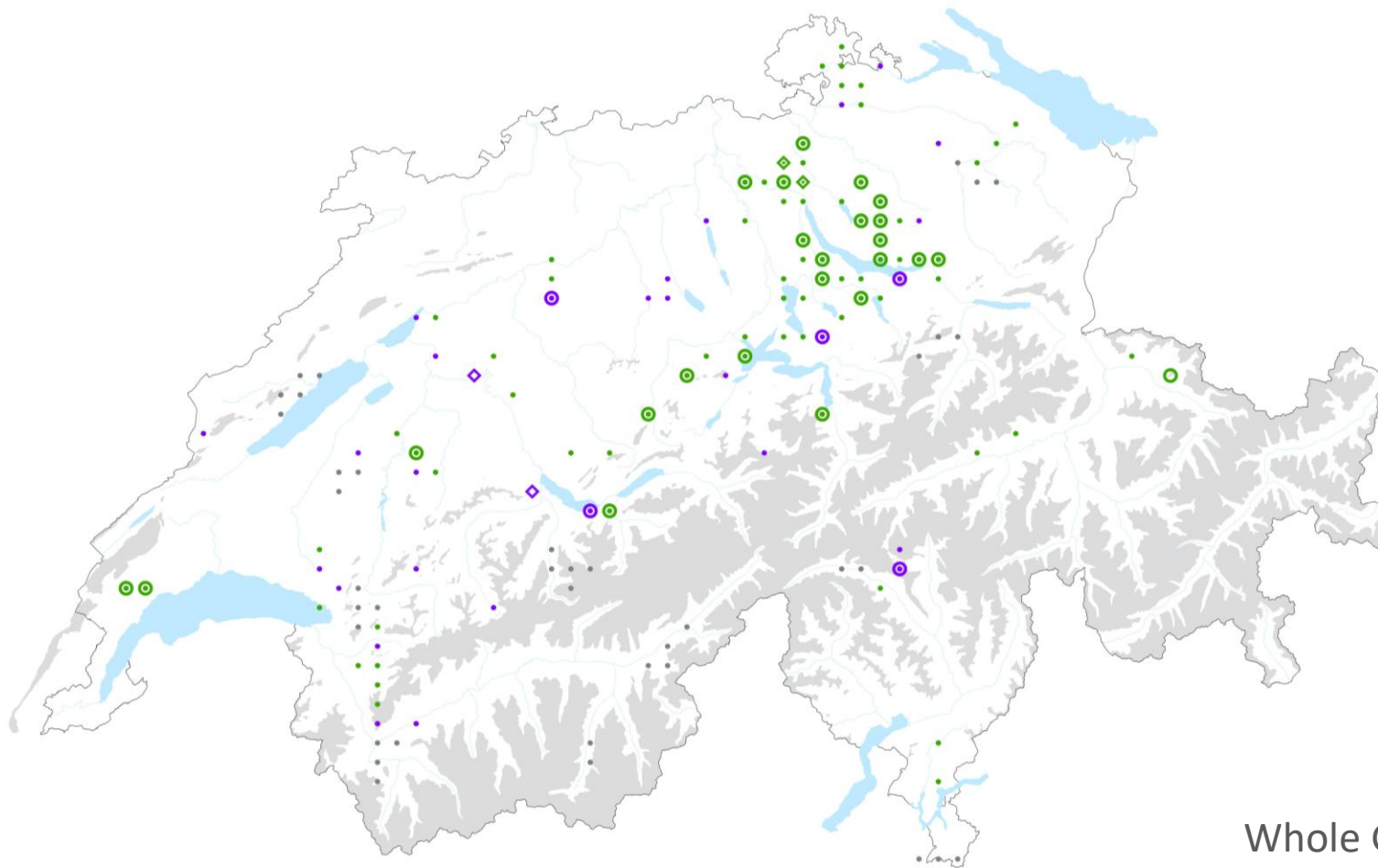
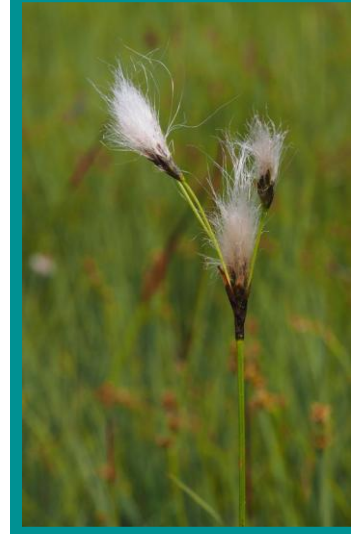
Questions

- Quelle est la diversité des populations dans les différents cantons ?
- Y a-t-il des signes d'érosion génétique ?
- Y a-t-il du flux de genes entre populations ?
- Quel est le mode de reproduction (sexualité vs clonalité) ?
- Quelles populations utiliser pour de la conservations *ex-situ* ou des réintroductions ?





Eriophorum gracile



Echantillonnage centré sur ZH, FR, BE (GR)

Whole Genome Sequencing





Inula helvetica et *Inula spiraeifolia*

Méthode - ddRAD sequencing

Statut UICN - vulnérable (VU) à en danger (EN)

Cantons - GE, VD, BE, ZH, AG, NE, FR, VS, OW, LU, ZG + TI

Nombre d'individus - 300 + 50

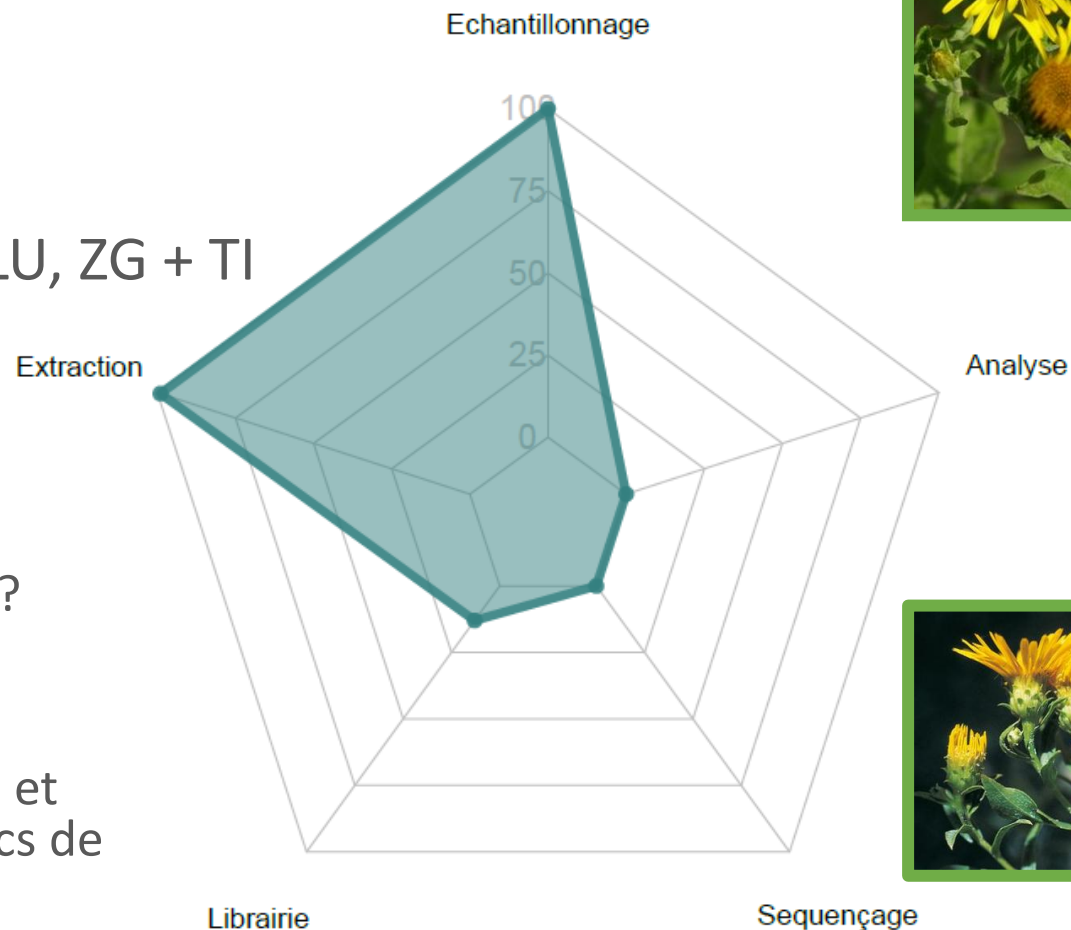
Laboratoire - CJBG

Questions pour *Inula helvetica*

- Y a-t-il hybridation entre *I. helvetica* et *I. salicina* ?
- Existe-t-il encore des populations pures et où ?
- Quelle est la diversité des petites populations ?
- A quel point les populations isolées sont diverses et distinctes de la zone plus densément peuplée (lacs de Neuchâtel, de Bienne et canton de Zurich) ?

Questions pour *Inula spiraeifolia* (TI)

- Quelle est la diversité et quelle structuration pour l'espèce ?





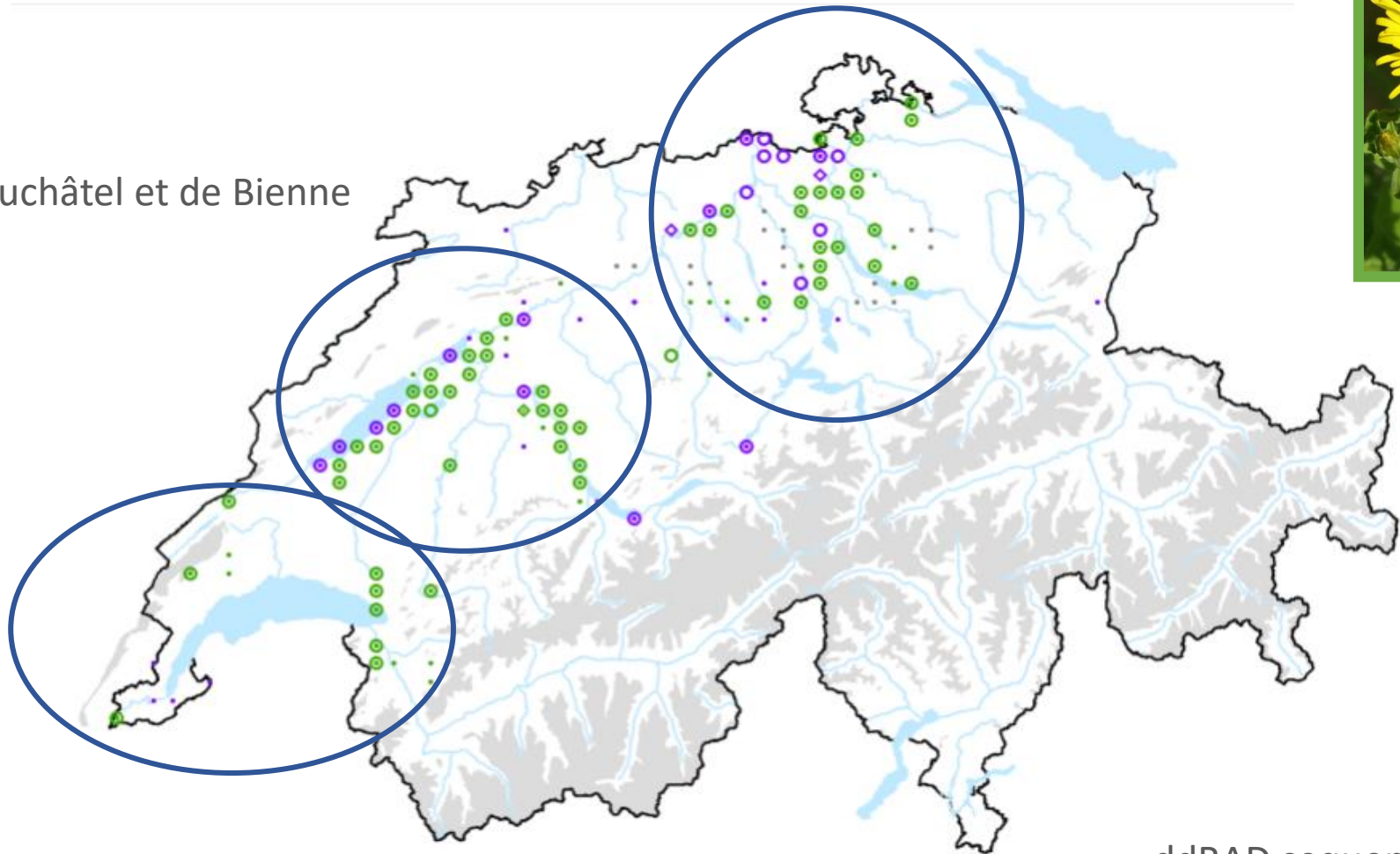
Inula helvetica

Cluster de Zürich



Cluster des Lacs de Neuchâtel et de Bienne

Cluster de populations isolées



300 individus, 10 individus par population, 30 populations
6 populations pures *I. helvetica* (60 individus, 20 par cluster)
23 populations avec des hybrides potentiels avec *I. salicina*
10 individus de *I. salicina*

ddRAD sequencing





Gladiolus palustris



Méthode - Capture de gènes (kit Angiosperm353) + marqueurs chloroplastiques

Statut UICN - en danger (EN)

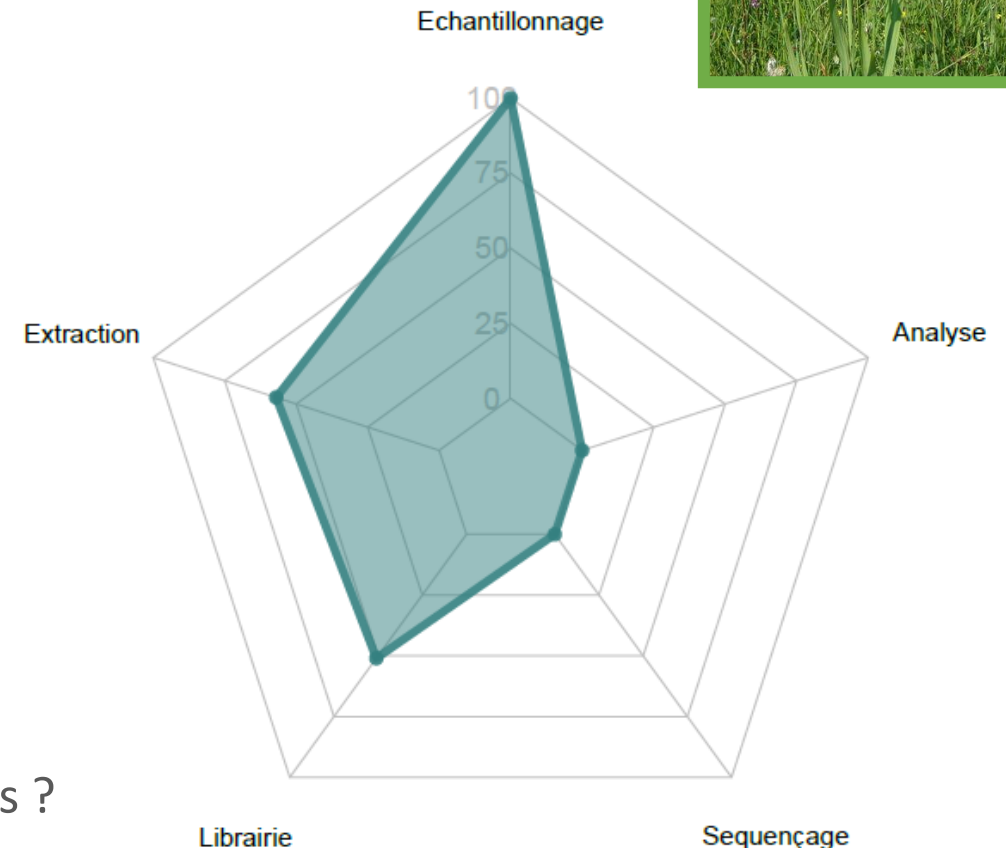
Cantons - GE, VD, ZH, SG, BE, TG (France + Germany)

Nombre d'individus - 120

Laboratoire - CJBG

Questions:

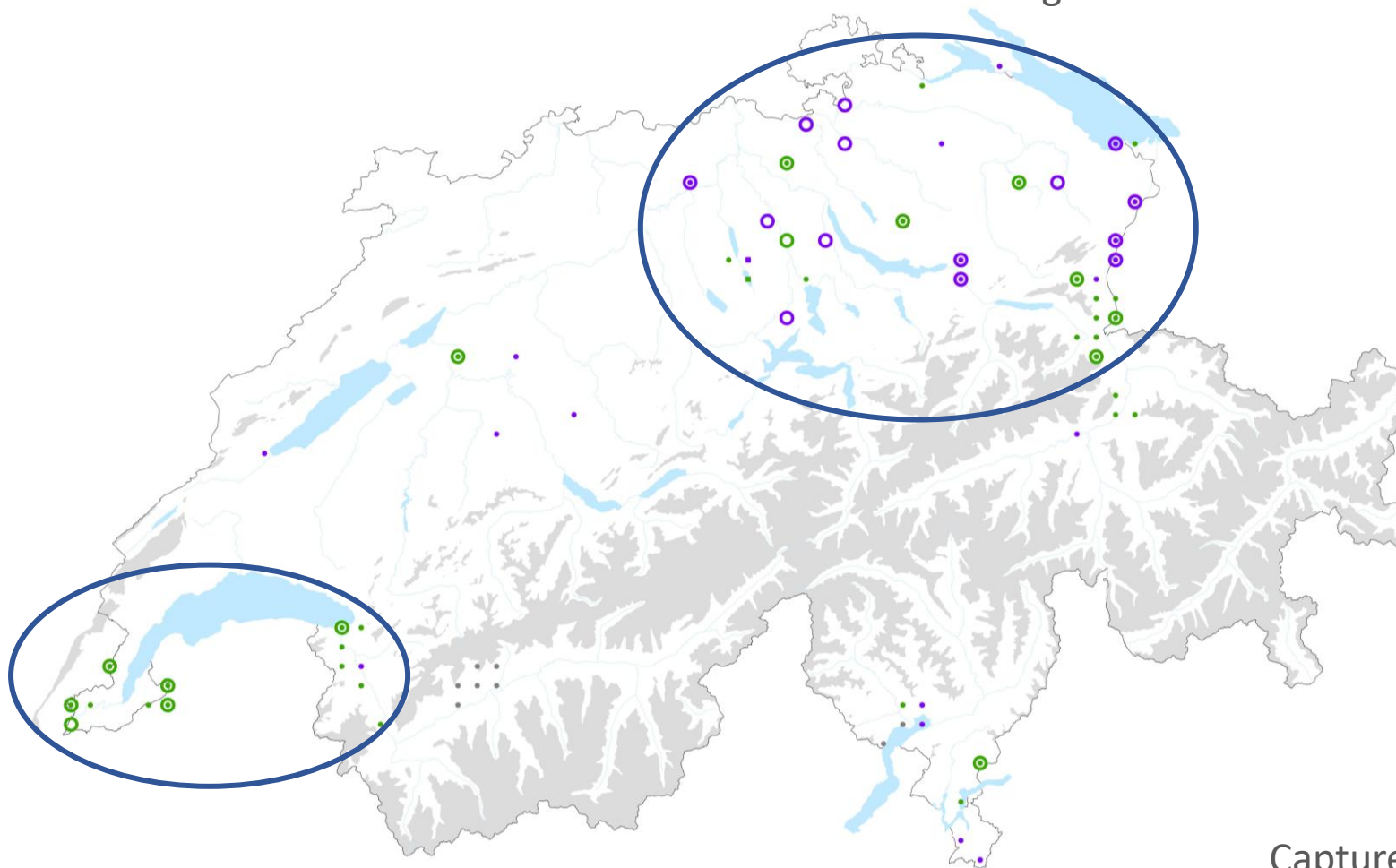
- Quelle diversité génétique au sein des populations ?
- Quel est le niveau de structuration entre populations ?
- Peut-on savoir d'où proviennent certaines populations ?
- Le canton de Zurich doit-il conserver toutes les populations ?





Gladiolus palustris

Cluster de Zürich, St Gall et Thurgovie



Cluster de Romandie

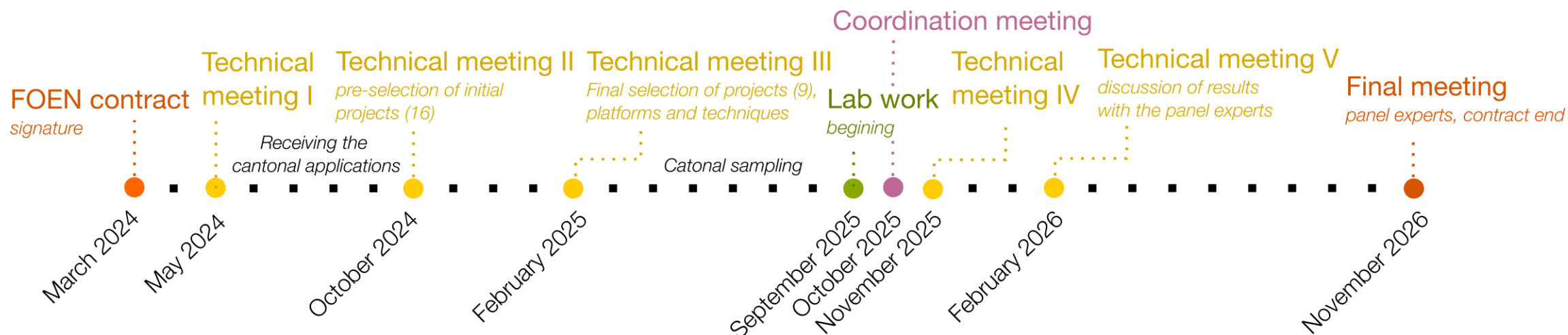
120 individus, 10 individus par population, soit 12 populations
Echantillonnage essentiellement sur les populations du nord-est.
La quasi-totalité des populations de GE déjà analysées

Capture de 353 gènes





Prochaines étapes



On est dans la phase laboratoire... on en saura plus dans un an!

L'objectif est de montrer l'intérêt et l'efficacité d'une telle organisation

Avec comme but la pérennisation de la plateforme... encore à discuter avec l'OFEV



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Merci de votre attention

