

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN
MASTER EN SCIENCES ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Evaluation des impacts environnementaux des cultures de quinoa du Projet Quinoa
dans l'altiplano tarijeño (Bolivie) et proposition d'alternatives biologiques

Institution d'accueil : Louvain Coopération au Développement
Accompagnateur local : Daniel Perez Cueto
Maître de stage : Prof. Marie-Paule Kestemont

Rapport de stage présenté par *Tichoux Benoit*
Diplôme antérieur : *Master en Biologie des Organismes et Ecologie*
En vue de l'obtention du grade académique de Master en Sciences et Gestion de
l'Environnement

Août 2013

Evaluation des impacts environnementaux des cultures de quinoa du Projet Quinoa
dans l'altiplano tarijeño (Bolivie) et proposition d'alternatives biologiques



Résumé

Bien qu'étant de la famille des Chenopodiacees (la même famille que celle de la betterave ou de l'épinard), la quinoa présente de nombreuses caractéristiques communes avec les céréales. On la considère d'ailleurs souvent comme une pseudo-céréale. La quinoa est cultivée dans les Andes depuis plus de 5000 ans. Les colons espagnols, arrivés dans ces contrées au début du XVIème siècle, n'avaient pas trouvé ces cultures dignes d'intérêt et n'avaient donc pas jugé opportun d'en charger quelques quintaux dans les cales de leurs imposants navires. Alors que les descendants des Incas ont continué à cultiver la quinoa à travers les siècles, la « Graine des Incas » est restée totalement méconnue sur le vieux continent. Jusqu'à récemment, lorsque l'on découvrit ses extraordinaires propriétés nutritives. La quinoa contient une grande quantité de protéines de haute qualité (certaines variétés contiennent même tous les acides aminés essentiels), des acides gras polyinsaturés, beaucoup de fibres, de nombreux micronutriments mais pas de gluten. Il s'agit d'un aliment idéal pour les végétariens et les personnes intolérantes au gluten. Grâce à toutes ces qualités, depuis une dizaine d'années la quinoa bio est en plein « boum » sur les marchés occidentaux. La Bolivie en est le premier producteur mondial. La superficie cultivée en Bolivie a augmenté de manière linéaire, de 38 000 ha en 1998 à plus de 53 000 ha en 2010. L'exportation de quinoa bio est également en augmentation. En 1998, 8% de la quinoa produite était exportée dans les filières bio, en 2009 ce pourcentage atteignait les 40% (Proinpa, 2011). Dans les pays en voie de développement, la quinoa permet de lutter contre la malnutrition. C'est dans cette optique que les Nations Unies ont proclamé 2013 « Année Internationale de la Quinoa ». Depuis septembre 2010 l'ONG Esperanza Bolivia, avec le soutien de l'ONG Louvain Coopération au Développement, met en œuvre le « Projet Quinoa » via son unité de Sécurité Alimentaire et Environnement. Ce projet vise à assurer la sécurité alimentaire et économique des familles de l'une des zones les plus pauvres de Bolivie via la culture et la consommation de quinoa. La région d'influence du Projet Quinoa n'a pas de tradition de culture du quinoa. L'équipe technique encadre les agriculteurs participant au projet dans leur culture de quinoa en leur apprenant les bonnes pratiques agricoles et en leur fournissant le soutien logistique nécessaire. Le projet promeut également la consommation locale de quinoa. Dans le volet production, le Projet Quinoa recommande aux producteurs le respect de normes « amicales pour l'environnement », basées sur les GAP (Good Agricultural Practices) de la FAO (Food and Agriculture Organization des Nations Unies). Les pratiques agricoles mises en œuvre ne sont pas pour autant en phase avec les normes de l'agriculture biologique. Elles ont un certain nombre d'impacts potentiels sur l'environnement. Ainsi, des engrais minéraux et pesticides de synthèse sont notamment utilisés. Les ONG Esperanza Bolivia et Louvain Coopération au Développement souhaitent savoir si leurs activités présentent des impacts sur l'environnement et, si c'est le cas, elles souhaitent les minimiser. L'objectif de ce présent stage est donc d'évaluer les impacts potentiels sur l'environnement du Projet Quinoa et de proposer des alternatives biologiques. La réalisation de cet objectif s'est fait via des observations de terrain, le questionnement des producteurs, des entretiens avec des experts et autorités locales et enfin via une revue approfondie des documents internes à l'ONG Esperanza Bolivia et de la littérature scientifique internationale. Les impacts environnementaux potentiels du projet ont été évalués via les informations relatives aux 3 points préliminaires suivants : (1) L'état des lieux de l'environnement. (2) Les pratiques agricoles mises en œuvre. (3) La quantification des intrants. Le cadre réglementaire de la production biologique est exposé au tout début de ce rapport car si le projet prend de l'ampleur dans les prochaines années, une certaine quantité de la production (le surplus de la production nécessaire à l'alimentation locale)

pourrait être exportée afin de générer des revenus aux producteurs. Or l'exportation ne se réalise actuellement que via la filière biologique. Enfin, il est envisageable que malgré les alternatives biologiques proposées il ne soit pas possible de produire de la quinoa real de manière biologique dans la zone d'implantation du projet. Une ultime alternative est dès lors proposée : la culture biologique de quinoa criolla.

Abstract

Although it is from the Chenopodiaceae family (the same family as the beetroot and the spinach), quinoa has numerous common characteristics with cereals. It's actually often considered as a pseudo-cereal. Quinoa is cultivated in the Andes for more than 5000 years. The Spanish colonizers, who arrived in those areas in the beginning of the XVIth century, didn't show much interest in those cultures and didn't see the need to bring some seeds back to Spain. Meanwhile the descendants of the Incas continued to cultivate quinoa for centuries, the « Seeds of the Incas » remained completely unknown in Europe and in the rest of the western world. Until recently, when their extraordinary nutritional properties were discovered. Quinoa contains a great amount of high quality proteins (some varieties even contain all the essential aminoacids), polyunsaturated fatty acids, much fibers and many micronutrients, but no gluten. It's an ideal food for vegetarians and gluten intolerant people. Thanks to all these qualities, since about a decade organic quinoa is « hype » on the western markets. Bolivia is the first world producer. The surface cultivated in Bolivia increased in a linear way, from 38 000 ha in 1998 to more than 53 000 ha in 2010. The export of organic quinoa is also increasing. In 1998, 8 % of the quinoa produced was exported in the organic networks, in 2009 this percentage reaches the 40 % (Proinpa, on 2011). In developing countries, quinoa can be used to fight malnutrition. It is one of the main reasons why the United Nations proclaimed 2013 as the « International Year of Quinoa ». Since September 2010 the NGO Esperanza Bolivia, with the support of the NGO Louvain Coopération au Développement, operates the « Quinoa Project » via its Food Safety and Environment unit. This project aims at assuring food and economic safety of the families of one of the poorest zones of Bolivia via quinoa culture and consumption. The region of influence of the Quinoa Project has no tradition of quinoa culture. The technical team supervises the farmers participating in the project in their culture of quinoa by teaching them the good agricultural practices and by supplying them the necessary logistic support. The project also promotes the local consumption of quinoa. In the production part, the Quinoa Project recommends to the producers the respect of « friendly for the environment » standards, based on the GAP (Good Agricultural Practices) of the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The operated agricultural practices don't necessarily respect the organic farming standards. They cause a number of potential environmental impacts. Mineral fertilizers and synthetic pesticides are notably used in the frame of the project. The NGOs Esperanza Bolivia and Louvain Coopération au Développement want to know if their activities have impacts on the environment and, if it is the case, they wish to minimize them. The objective of this present report is to estimate the potential environmental impacts of the Quinoa Project and to propose organic alternatives. The realization of this objective was made via observations on the field, the questioning of the producers, conversations with experts and local authorities and finally via a thorough review of the internal documents of Esperanza Bolivia and the international scientific literature. The potential environmental impacts of the project were estimated via the information relative to the following 3 preliminary points: (1) The current situation of the environment. (2) The operated agricultural practices. (3) The quantification of the inputs. The

regulatory framework of the organic production is exposed at the very beginning of this report because if the project expands in the next years, a certain quantity of the production (the surplus of the production necessary for the local food supply) could be exported to generate income to the producers. Yet the export comes true at present only via the organic network. Finally, it is possible that in spite of the proposed biological alternatives it is not possible to produce quinoa real in an organic way in the area of the project. An ultimate alternative is proposed from then on: the organic culture of quinoa criolla.

Remerciements

Aux ONG Louvain Coopération au Développement et Esperanza Bolivia, pour m'avoir permis de réaliser ce stage au sein de leur organisation,

Merci.

A mes encadrants de stage, Daniel Perez Cueto, Vincent Henin, Prof. Sergio Martínez, Prof. Marie-Paule Kestemont, pour m'avoir permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions, pour tout le temps qu'ils m'ont consacré, pour leurs précieux conseils prodigués, pour leur sympathie,

Merci.

Au coordinateur de stages ENVI, Prof. Jean-Pascal van Ypersele, pour le temps qu'il m'a consacré,

Merci.

A toute l'équipe de Sécurité Alimentaire et Environnement d'Esperanza Bolivia, Sergio, Vicente, Josué, María-Esther et Rosso, pour tout le temps qu'ils m'ont consacré, pour leur aide et leurs précieux conseils, pour avoir rendu mon stage et mon séjour à Tarija inoubliable, pour leur amitié,

Merci.

A ma famille pour son soutien et pour avoir rendu mon séjour en Bolivie possible,

Merci.

A la famille Irahola, Hermo, Charo, Angie, Santi, Daniela, et à mes amis de Bolivie, pour avoir rendu mon séjour en Bolivie inoubliable,

Merci.

Table des matières

1. Introduction.....	- 10 -
1.1. Description du projet dans lequel s'insère le stage	- 10 -
1.2. Présentation de l'institution d'accueil.....	- 11 -
1.2.1. Louvain Coopération au Développement	- 11 -
1.2.2. Esperanza Bolivia.....	- 15 -
1.3. Objectifs du stage et description de la problématique environnementale étudiée	- 16 -
1.4. Liens avec les principales références théoriques des cours du Master	- 17 -
2. Contenu du stage	- 18 -
2.1. Méthodologie adoptée.....	- 18 -
2.2. Présentation de l'étude et de ses résultats.....	- 18 -
2.2.1. Contexte réglementaire lié à la production biologique	- 18 -
2.2.1.1. Introduction à la production biologique	- 18 -
2.2.1.2. Concept de qualité d'un produit	- 20 -
2.2.1.3. Système de gestion de la qualité.....	- 20 -
2.2.1.4. Normes de production et certification biologique.....	- 22 -
2.2.1.4.1. Normes et règlements internationaux et privés	- 22 -
2.2.1.4.2. Normes et règlements boliviens	- 24 -
2.2.1.4.3. Certification biologique	- 26 -
2.2.2. Evaluation des impacts sur l'environnement du Projet Quinoa et propositions d'alternatives durables - 28 -	
2.2.2.1. Etat des lieux de l'environnement.....	- 28 -
2.2.2.1.1. Yunchará.....	- 28 -
2.2.2.1.1.1. Présentation de la municipalité.....	- 28 -
2.2.2.1.1.2. Ressources hydriques	- 28 -
2.2.2.1.1.3. Usage actuel du sol.....	- 29 -
2.2.2.1.1.4. Climat.....	- 30 -
2.2.2.1.1.4.1. Conditions climatiques	- 30 -
2.2.2.1.1.4.2. Précipitations.....	- 31 -
2.2.2.1.1.4.3. Températures	- 31 -
2.2.2.1.1.4.4. Principaux problèmes climatiques	- 31 -
2.2.2.1.1.5. Biodiversité.....	- 32 -
2.2.2.1.1.6. Zones protégées	- 33 -
2.2.2.1.2. El Puente.....	- 34 -

2.2.2.1.2.1.	Présentation de la municipalité.....	- 34 -
2.2.2.1.2.2.	Ressources hydriques	- 34 -
2.2.2.1.2.3.	Usage actuel du sol.....	- 34 -
2.2.2.1.2.4.	Climat.....	- 35 -
2.2.2.1.2.4.1.	Conditions climatiques	- 35 -
2.2.2.1.2.4.2.	Précipitations.....	- 36 -
2.2.2.1.2.4.3.	Températures	- 36 -
2.2.2.1.2.4.4.	Principaux problèmes climatiques	- 36 -
2.2.2.1.2.5.	Biodiversité.....	- 37 -
2.2.2.1.2.6.	Zones protégées	- 37 -
2.2.2.2.	Principales maladies et ravageurs des cultures.....	- 37 -
2.2.2.3.	Pratiques agricoles préconisées dans le cadre du Projet Quinoa	- 41 -
2.2.2.3.1.	Préparation de la parcelle	- 41 -
2.2.2.3.2.	Semis	- 41 -
2.2.2.3.3.	Attention accordée à la parcelle	- 42 -
2.2.2.3.4.	Récolte	- 42 -
2.2.2.3.5.	Post-récolte	- 42 -
2.2.2.3.6.	Rotation des cultures.....	- 43 -
2.2.2.4.	Quantification et propriétés générales des intrants utilisés dans le cadre du Projet Quinoa	- 44 -
2.2.2.4.1.	Engrais	- 44 -
2.2.2.4.2.	Pesticides.....	- 46 -
2.2.2.4.3.	Eau	- 48 -
2.2.2.4.4.	Véhicules à moteur.....	- 48 -
2.2.2.5.	Influence potentielle du Projet Quinoa sur l'environnement	- 49 -
2.2.2.5.1.	Eau de surface et souterraine	- 49 -
2.2.2.5.1.1.	Quantité.....	- 49 -
2.2.2.5.1.2.	Qualité	- 49 -
2.2.2.5.2.	Sols.....	- 51 -
2.2.2.5.2.2.	Diminution de matière organique	- 52 -
2.2.2.5.2.4.	Autres types de dégradation	- 55 -
2.2.2.5.3.	Air	- 55 -
2.2.2.5.4.	Biodiversité.....	- 57 -
2.2.2.6.	Proposition d'amélioration du paquet technologique.....	- 60 -

2.2.2.6.1.	Engrais	- 60 -
2.2.2.6.2.	Pesticides.....	- 62 -
2.2.2.6.3.	Eau	- 65 -
2.2.2.6.4.	Sols.....	- 65 -
2.2.2.6.5.	Air	- 66 -
2.2.2.6.6.	Pratiques agricoles et autres	- 67 -
2.2.2.7.	Alternative : culture biologique de quinoa « Criolla ».....	- 67 -
2.2.3.	Conclusion et perspectives.....	- 69 -
2.3.	Analyse critique de leur applicabilité	- 70 -
3.	Analyse des acquis du stage	- 70 -
4.	Observations et recommandations destinées à l'institution d'accueil	- 70 -
5.	Liste des références bibliographiques.....	- 73 -
6.	Annexes	- 77 -
6.1.	Annexes relatives au travail	- 77 -
6.2.	Calendrier des activités	- 96 -
6.3.	Calendrier des contacts avec le maître de stage UCL	- 97 -
6.4.	Adresses des différents contacts établis (« stakeholders »)	- 98 -

1. Introduction

1.1. Description du projet dans lequel s'insère le stage

Grâce à ses qualités nutritives, sa grande diversité génétique, son adaptabilité à divers types de sols et ses coûts de production très bas, la quinoa peut être considérée comme une culture stratégique pour la réduction de la pauvreté et de la malnutrition dans le monde.

Partant de ce constat, l'année 2013 a été déclarée « Année Internationale de la Quinoa » par les Nations Unies, afin de promouvoir la production et la consommation de ce produit au niveau mondial.

Depuis septembre 2010 l'unité SAMA (Seguridad Alimentaria y Medio Ambiente – Sécurité Alimentaire et Environnement) de l'ONG Esperanza Bolivia met en oeuvre le projet « **Sécurité Alimentaire Nutritionnelle dans 3 Municipalités de Tarija et de Chuquisaca** » qui, à partir de la production et de la consommation de quinoa, permet de contribuer au développement économique, social et nutritionnel des familles bénéficiaires. Ce projet est financé par la Coopération belge via l'ONG Louvain Coopération au Développement et les gouvernements municipaux bénéficiaires (Yunchará, El Puente et Culpina). La mise en oeuvre de ce projet se base sur 2 composants principaux: (1) le composant agricole et (2) le composant nutritionnel.

1. **Le Composant Agricole:** Le projet vise à développer les capacités des producteurs locaux à produire, administrer et commercialiser la quinoa real (ensemble de variétés qui présentent des grains de taille supérieure à 2 mm et que l'on retrouve sur les marchés internationaux). Ce composant s'est déroulé en 3 phases:

Phase 1 d'Investigation (2010-2011): Contrairement à la quinoa criolla (considérée généralement comme l'ensemble de variétés qui présentent des grains de taille inférieure à 2 mm et qui ont dès lors peu ou aucune valeur sur les marchés internationaux), il semblerait que la quinoa real n'ait jamais été cultivée dans la zone d'influence du projet. C'est la raison pour laquelle le projet comprend cette phase d'investigation qui a permis de définir non seulement les variétés adaptables de quinoa, mais également leurs conditions d'adaptabilité dans la zone.

Le comportement agronomique de 7 variétés de quinoa real a été évalué. Les résultats montrent le grand potentiel de production de la quinoa dans les communautés de Yunchará et Iscayashi (municipalité de El Puente), avec des rendements pour certaines parcelles de plus de 2 fois supérieurs à la moyenne nationale qui, selon les données de la FAO, serait de 591kg/ha. Les meilleures parcelles ont atteint des rendements de 894 à 1304kg/ha. Les meilleures variétés de quinoa pour la production locale sont, par ordre d'importance: Sajama, K'ellu, Pasancalla et Pantela. La période propice au semis s'étend de la 2ème moitié de septembre à la 1ère moitié de novembre. Afin d'appuyer les initiatives locales de production de la quinoa et de faire connaître le projet, un paquet technologique a été rédigé et publié sous forme de deux fascicules « Notes Techniques pour la Culture de Quinoa » et « Guide Pratique pour la Culture de Quinoa ».

Phase 2 d'Expansion Semi-Commerciale (2011-2012): La superficie semée et le nombre de producteurs impliqués dans le projet ont été augmentés en faisant appel à des technologies

de culture plus modernes comme la mécanisation des semis et des travaux de trillage post-récolte.

Phase 3 d'Expansion Commerciale (2012-2013): La superficie semée et le nombre de producteurs impliqués dans le projet ont une nouvelle fois été augmentés. Cette phase comprend un composant de travail additionnel, la création d'une association de producteurs de quinoa qui, à terme, sera indépendante dans la gestion de la production et de la commercialisation du produit.

En ce qui concerne la commercialisation de la quinoa, l'entièreté de la production a pu être vendue et les analyses réalisées ont révélé des résultats satisfaisant à toutes les exigences de qualité.

- 2. Le Composant Nutritionnel:** Le projet vise à former et à inciter les familles locales à incorporer la quinoa dans leurs repas familiaux afin d'en faire surtout bénéficier les enfants de moins de 2 ans. Ce composant du projet s'est déroulé en 2 phases: l'investigation et l'action.

Phase 1 d'Investigation: Comme la quinoa n'est pas traditionnellement cultivée dans cette zone, celle-ci ne fait pas partie des habitudes culturelles de consommation alimentaire. C'est la raison pour laquelle le projet a incorporé cette phase d'investigation, qui a permis d'étudier non seulement les barrières économiques ou culturelles pour sa consommation, mais également les us et coutumes liées à l'alimentation, afin d'orienter les recommandations de consommation.

La zone d'intervention du projet se caractérise par des indices élevés de malnutrition infantile. L'incorporation de quinoa dans les repas familiaux est d'un apport significatif à la réduction de la malnutrition. La qualité et la quantité des acides aminés essentiels qui composent ses protéines font de la quinoa un produit essentiel pour éradiquer la malnutrition. Ainsi notons que, lors de leurs missions spatiales, les astronautes emportent avec eux des barres alimentaires de quinoa, ce qui témoigne de l'importance et de la qualité de cette céréale.

Phase 2 d'Action: Une fois achevées les premières récoltes de quinoa et sur base des résultats de la phase d'investigation, divers ateliers de cuisine, de pâtisserie et de nutrition ont été organisés afin de promouvoir l'incorporation de la quinoa dans les repas des familles bénéficiaires du projet. Citons également la diffusion d'un fascicule reprenant une grande variété de recettes à base de quinoa, faciles à préparer et comprenant des déjeuners, soupes, plats principaux, boissons et desserts.

1.2. Présentation de l'institution d'accueil

1.2.1. Louvain Coopération au Développement



Depuis 1981, l'ONG lutte contre la faim, la maladie et la pauvreté aux côtés des populations les plus défavorisées. Louvain Coopération est aujourd'hui la plus importante ONG universitaire de Belgique et mène 23 projets avec 140 partenaires du Sud.

Domaines d'activité

En tant qu'ONG universitaire, Louvain Coopération met les compétences de l'UCL en pratique pour améliorer les conditions de vie des populations défavorisées.

Les projets développés visent à réduire l'insécurité alimentaire et économique et à améliorer la qualité et l'accessibilité aux systèmes de santé. Afin de mener ses projets à bien, Louvain Coopération collabore avec l'UCL et des partenaires locaux qu'elle implique davantage dans le processus de développement.

Pour atteindre ces objectifs, Louvain Coopération et l'UCL unissent leurs forces dans 4 domaines d'expertise :

- **Soins de santé:** Au travers de ses différents projets, Louvain Coopération vise à améliorer la qualité des soins de santé. L'ONG et ses partenaires travaillent aux côtés de professionnels afin d'améliorer la qualité et la disponibilité aux soins de santé et afin de garantir l'accès aux médicaments.

Avec le soutien de Louvain Coopération, les responsables des services de santé organisent les soins dans leur zone, de manière plus autonome, plus acceptable et à un coût abordable pour les familles.

Les soins de santé de qualité permettent aux populations de:

- Préserver leur capital santé
 - Organiser les soins de manière plus autonome
 - Réduire les coûts qu'ils doivent supporter
- **Accès aux soins de santé:** Les fortes réductions des dépenses publiques de santé qui ont lieu dans la plupart des pays en développement ont rendu payant l'accès aux services de santé. Il est dès lors impossible pour les populations rurales de payer ces coûts sans mettre en péril leur avenir. Une maladie aux allures bénignes peut alors prendre une tournure dramatique.

Pour faire face à ces situations, Louvain Coopération développe des mutuelles de santé qui permettent à leurs membres d'accéder aux soins sans s'endetter. En échange du paiement d'un droit d'adhésion et d'une cotisation annuelle, définis selon les capacités de chacun, le membre et sa famille peuvent accéder à tout moment aux structures de santé.

L'accès aux soins de santé permet aux populations:

- d'accéder à tout moment aux structures de santé à un coût abordable
 - de créer et développer un système de mutuelle
- **Sécurité alimentaire:** Plus d'un milliard d'individus vivent avec moins de 1 \$ par jour et ne peuvent subvenir à leurs besoins les plus élémentaires, notamment à leur alimentation. C'est pourquoi Louvain Coopération coordonne des projets dans des zones rurales, d'extrême pauvreté, pour permettre aux populations de développer leurs propres initiatives. Les

populations peuvent désormais accumuler des réserves (biens, nourriture et argent) grâce à des réseaux de solidarité fiables.

Louvain Coopération appuie également la mise en place de guichets d'économie locale. Accessibles à tous, ils offrent des conseils et des formations en gestion et accompagnent les populations dans la réalisation de leurs projets.

Les actions en matière de sécurité alimentaire et économique permettent aux populations:

- de sécuriser la disponibilité alimentaire : production agricole et élevage
 - d'accéder à des services (conseils techniques, guichets d'économie locale, microcrédits,...) pour générer des revenus et sortir de la précarité de façon durable
 - de stimuler un environnement institutionnel favorable à la sécurité alimentaire et au développement économique : gouvernance locale, renforcement institutionnel et alphabétisation
- **Education au développement:** Une grande partie des problèmes du Sud s'explique par des rapports inégalitaires avec le Nord. Louvain Coopération agit donc également ici, auprès de la communauté universitaire de Louvain-la-Neuve.

Appelés à occuper des postes à responsabilités à la fin de leur formation, les étudiants sont porteurs de changement. L'éducation au développement attire leur attention sur les relations Nord-Sud, améliore leur compréhension et les encourage à agir en faveur d'un monde plus juste et solidaire.

Diverses activités, sur des thèmes parfois complexes, sont organisées par Louvain Coopération en collaboration avec le monde étudiant, académique, associatif et universitaire. Il s'agit notamment de campagnes de sensibilisation, d'activités d'information (expositions, colloques,...), de soutien porté à des projets ainsi que de divers outils pédagogiques. Louvain Coopération propose également des séjours d'immersion dans le Sud.

Le Nord et le Sud étant directement liés, c'est en partie en changeant les mentalités au Nord que Louvain Coopération améliore les conditions de vie au Sud.

L'éducation au développement consiste donc à :

- Sensibiliser la communauté universitaire (professeurs, étudiants et administrations) aux relations Nord/Sud
- L'encourager à agir en faveur d'un monde plus juste et solidaire

Une ONG universitaire

Louvain Coopération, l'ONG de l'UCL, met les compétences universitaires en pratique pour relever les défis du développement. Louvain Coopération implique au maximum l'UCL dans ses projets.

L'université apporte son expertise en impliquant un professeur, un doctorant ou une unité de recherche dès le début du projet. Les experts de Louvain Coopération apportent leurs compétences

techniques et leur maîtrise du terrain. Le partenaire local avec lequel Louvain Coopération travaille précise les stratégies les plus adaptées au contexte local.

Tout au long du projet mis en œuvre par Louvain Coopération, l'UCL agit comme conseiller scientifique et assure la publication et l'évolution de l'état de la recherche sur la thématique du projet (microfinance, soins de santé,...). A la fin du projet, les trois partenaires (Louvain Coopération, partenaire local et UCL) évaluent ensemble le projet.

Une multitude d'autres collaborations existent entre Louvain Coopération et l'UCL.

Chaque année, plus de 60 stagiaires, étudiants, chercheurs ou docteurs rejoignent Louvain Coopération. Que ce soit pour analyser l'impact environnemental des projets en Bolivie, pour améliorer le taux de pénétration des mutuelles de santé au Bénin ou pour étudier la réinsertion des patients souffrant de maladie mentale au Cambodge ; de nombreux profils de haut niveau se succèdent pour mener à bien ces missions.

Historique de l'ONG

- 1981: L'association voit le jour au sein de la Faculté agronomique de l'Université catholique de Louvain, sous l'appellation « ADRI » devenue ensuite « ADRAI » (Association pour le Développement par la Recherche et l'Action intégrées). L'ADRAI étend son expertise vers le domaine médical tandis que l'Union européenne et la Coopération belge reconnaissent et financent l'association.
- 1997: Naissance de Louvain Développement, ASBL groupant six associations proches de l'Université catholique de Louvain (ADRAI, FOMULAC, CMT, SCMTM, Grands Lacs, Medevuc).
- 1998: La Coopération belge (DGD) subsidie un premier programme (7 projets) mené par le nouveau consortium de Louvain Développement, l'ADRAI et de cinq autres associations proches de l'Université catholique de Louvain.
- 2000: Fusion de l'ADRAI (Association pour le Développement par la Recherche et l'Action intégrées) et de Louvain Développement. Le Conseil d'Administration de l'UCL reconnaît Louvain Développement comme étant l'ONG de développement de l'Université catholique Louvain.
- 2002: Mise en place de bureaux de coordination au Bénin, en République démocratique du Congo et en Bolivie.
- 2003: Nouveau programme de cinq ans, comportant plus de 20 actions, agréé par la Coopération belge.
- 2004: Fin des projets au Zimbabwe, au Burkina-Faso et au Brésil, les résultats ayant été atteints.
- 2005: Clôture des projets au Maroc après une évaluation positive des bailleurs de fonds.
- De 2003 à 2007: Les activités de l'ONG et les sources de financement des projets se diversifient (soutien de l'Union Européenne, du Fonds Belge de Survie,...). C'est à ce moment

qu'apparaissent les activités d'éducation au développement et la cellule « Appui à la Formation et au Développement » qui met les compétences multimédia au service des populations du nord et du sud.

- 2012: Louvain Coopération au Développement devient Louvain Coopération. L'ONG de l'UCL est la plus importante ONG universitaire belge. En Belgique et sur le terrain, elle est reconnue pour la qualité de son travail en faveur des populations du Sud.

(<http://www.louvaindev.org/>)

1.2.2. Esperanza Bolivia



Esperanza Bolivia est une ONG bolivienne partenaire de Louvain Coopération. Elle est active dans les domaines de la santé, l'éducation, l'environnement et le développement général des communautés. Elle a commencé ses activités en 1983 en tant qu'ONG internationale dépendant du réseau d'ONG Esperança Inc. En 1997 elle devient une filiale d'Esperança Inc. et acquiert ainsi son indépendance.

Esperanza Bolivia est active dans toute la Bolivie, surtout dans les départements de Tarija et Chuquisaca, et est membre fondateur du réseau d'ONG PROCOSI (PROgrama de COmunicación en Salud Integral).

Par ses actions liées à la santé, l'éducation, l'environnement, la sécurité alimentaire, la justice sociale et le développement général des communautés, Esperanza Bolivia contribue à la santé, l'indépendance et l'amélioration des conditions de vie d'un peuple bolivien en maintenant ses propres valeurs culturelles.

Objectifs stratégiques

Esperanza Bolivia ne reconnaît et n'accepte aucune forme de discrimination sociale, politique, économique, culturelle, religieuse, de genre ou autre. En tant qu'ONG d'action sociale et humanitaire, Esperanza Bolivia ne poursuit aucun but lucratif. Si certaines activités peuvent générer des revenus, ceux-ci sont reversés dans des projets sociaux.

Voici les principaux objectifs d'Esperanza Bolivia:

- Mettre en oeuvre des interventions qui améliorent la qualité de vie de la population bolivienne et le développement général des communautés via des projets liés à la santé, l'éducation, l'environnement et aux logements.
- Promouvoir, réaliser et renforcer des projets générateurs de revenus.
- Réaliser des formations dans les domaines de la santé, de l'éducation, de l'environnement, des logements sociaux et du développement général des communautés.
- Via des actions légales et politiques, contribuer à la défense des droits de l'homme, lutter contre la violence et les discriminations liées au genre, à la race, à la culture et à l'âge.
- Etablir des alliances stratégiques avec des groupes, organisations et associations du secteur public et privé afin de réaliser des programmes et projets de plus grande ampleur.

Historique de l'ONG

En 1983, l'organisation volontaire Esperança Inc. entreprit une analyse des besoins en Amérique du Sud et prit la décision d'intervenir en Bolivie. Cette année-là Esperanza Bolivia fut fondée en tant que filiale dépendante de Esperança Inc.

En 1987 l'organisation reçut le premier financement externe destiné à la réalisation d'un projet de "survie infantile" dans le Chaco bolivien (départements de Tarija et Chuquisaca). Depuis, d'autres sources de financements externes se sont succédés et furent destinés aux municipalités de Yacuiba, Villa Montes et Entre Ríos du département de Tarija.

A partir de 1996 la couverture géographique et les domaines d'intervention se sont étendus et ont désormais comme axes transversaux le genre, l'interculturalité, l'environnement et enfin la promotion et la défense des droits humains.

En 2009 Esperanza Bolivia est présente dans plus de 20 municipalités des départements de Tarija et Chuquisaca dans des projets de survie infantile, santé de la reproduction, éducation sexuelle, maladies prévalentes (plus particulièrement la maladie de Chagas, la malaria et la tuberculose), logements sains, amélioration des logements et entreprises productives et chirurgicales.

(<http://www.esperanzabolivia.org/>)

1.3. Objectifs du stage et description de la problématique environnementale étudiée

En étroite concertation avec Louvain Coopération au Développement, Esperanza Bolivia a pris la responsabilité professionnelle de promouvoir auprès des producteurs des pratiques agricoles amicales pour l'environnement, en se basant notamment sur les principes GAP (Good Agricultural Practices) de la FAO. Cependant, aucun système de contrôle interne du respect de ces normes par les producteurs n'a actuellement été mis en place. Les cultures de quinoa du projet ne respectent pas forcément les normes de l'agriculture biologique.

Le principal obstacle à la culture biologique de la quinoa dans l'altiplano tarijeño (plaines de haute altitude (3500-4000m) du département de Tarija) est la forte incidence du mildiou dans cette zone. En Bolivie, la quinoa est actuellement cultivée dans les trois sous-régions de l'Altiplano (Nord, Centre et Sud) ainsi que dans les

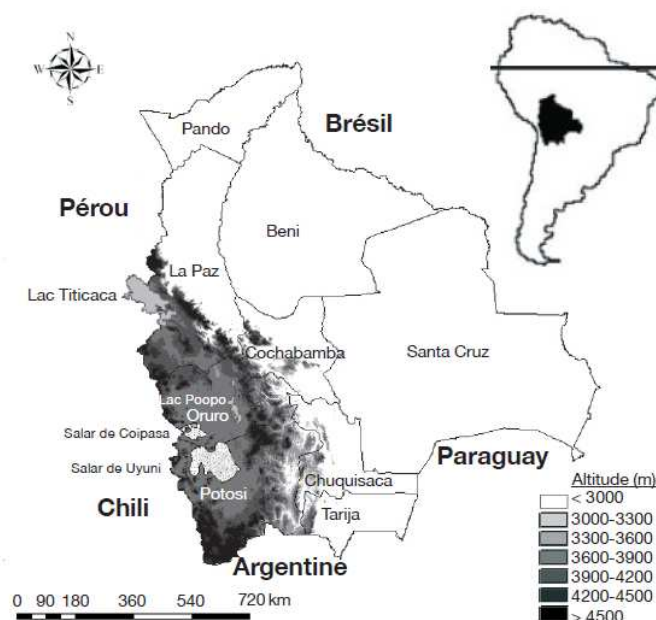


Image 1: Culture de la quinoa en Bolivie. L'altiplano se situe dans la partie montagneuse à l'ouest, représentée en gris. Les Salars d'Uyuni et Coipasa sont représentés par les 2 surfaces blanches.

vallées inter-andines des départements de Cochabamba et de Potosi. Deux zones présentent une importance particulière pour cette culture : les alentours du lac Titicaca, zone historique de la culture de la quinoa où la diversité variétale est très importante, et la région située autour des salars d'Uyuni et de Coipasa (zone intersalar et Nor Lipez), où la production, biologique, est largement orientée vers le marché d'exportation (Del Castillo et al., 2008).

Il semblerait par contre que, contrairement à la quinoa criolla, la quinoa real n'ait jamais été cultivée dans l'altiplano tarijeño. La phase d'investigation du composant agricole du Projet Quinoa a permis de définir les variétés adaptables de quinoa real. Si elles sont adaptables, elles ne sont pas pour autant totalement adaptées à cette zone. En effet elles ont évolué et se sont adaptées à un environnement différent. Dans ce dernier, l'incidence du mildiou, favorisée notamment par des conditions climatiques humides, est peu importante et les cultures respectent pour la plupart les normes de l'agriculture biologique. L'incidence du mildiou dans l'altiplano tarijeño est beaucoup plus importante et pose un réel problème pour le rendement des cultures. Des pesticides chimiques sont donc actuellement utilisés dans le cadre du Projet Quinoa pour lutter contre ce mycète. D'autres pratiques agricoles mises en oeuvre par les producteurs pourraient également avoir un effet néfaste sur l'environnement.

Esperanza Bolivia et Louvain Coopération au Développement se soucient, d'un point de vue moral et professionnel, de promouvoir et de mettre en oeuvre des projets qui respectent l'environnement. Les deux ONG souhaitent savoir si leurs activités présentent des impacts sur l'environnement et, si c'est le cas, elles souhaitent les minimiser.

Le but de ce stage est donc d'évaluer les éventuels impacts environnementaux du Projet Quinoa et de proposer des alternatives biologiques, réalistes et économiquement acceptables pour les producteurs, aux pratiques agricoles actuellement mises en oeuvre.

1.4. Liens avec les principales références théoriques des cours du Master

Plusieurs activités ou concepts sur lesquels j'ai travaillé durant mon stage sont directement liés à des cours de la maîtrise en Sciences et Gestion de l'Environnement :

- **Production biologique** : Ecologie des individus et des populations (LBIO1351), Energies renouvelables (LENVI2007)
- **Lutte biologique** : Lutte Biologique (LBOE2166)
- **Cycle de la quinoa** : Introduction à la biologie (LBIO1114)
- **Pollution des sols** : Pollution de l'environnement – partie sols (LENVI2012)
- **Rentabilité économique de production agricole** : Economie politique et sociale (LBIR1241)
- **Sensibilisation et implication des populations locales et municipalités** : Séminaires en sciences et gestion de l'environnement (LENVI2002), Stratégies publiques de mise en oeuvre de politiques de développement durable (LENVI2010)

2. Contenu du stage

2.1. Méthodologie adoptée

La méthodologie adoptée contient deux volets principaux.

Le premier volet consiste en un travail de recherche bibliographique réalisé au bureau d'Esperanza Bolivia à Tarija. De fréquents brainstormings ont été réalisés entre les membres de l'équipe et divers contacts ont été pris avec des spécialistes et parties prenantes de la problématique (municipalités, spécialistes du monde académique, etc...voir Annexe Calendrier des activités).

Le second volet consiste en un travail de terrain. Aller sur place, voir l'évolution des parcelles, rencontrer les producteurs permet de se rendre compte des réalités de l'activité agricole dans les haut-plateaux andins, des difficultés rencontrées par les producteurs. Certaines données ont été récoltées via des questionnaires soumis aux producteurs ou via l'observation empirique sur le terrain. Au cours de mes quatre mois de stage, je suis allé sur le terrain de manière régulière, 3 jours toutes les 2 semaines en moyenne. Il est important de ne pas perdre le contact avec les réalités du terrain, de voir l'évolution des parcelles, les activités qui y sont réalisées.

Que ce soit au bureau d'Esperanza Bolivia ou sur le terrain, j'ai activement participé à la vie et aux activités de l'ONG, dépassant ainsi le strict cadre de mon projet. Ainsi, lors de nos visites chez les producteurs, j'ai participé à la récolte de données, à l'analyse de l'évolution des parcelles, à la distribution des pesticides et engrais, et j'ai tenté de répondre aux questions des producteurs. J'ai également participé aux réunions d'équipe, ce qui me permettait de mieux comprendre le fonctionnement de l'ONG. Enfin j'ai activement participé à toutes les activités organisées par l'ONG : tenue de stand d'information, ateliers de formation culinaire pour la promotion de la consommation de quinoa, formations sur les bonnes pratiques agricoles etc...

2.2. Présentation de l'étude et de ses résultats

2.2.1. Contexte réglementaire lié à la production biologique

Le point 2.2.1. est largement inspiré de la source AOPEB (2007). L'absence de référence à la suite d'un paragraphe indique implicitement la référence à la source sus-mentionnée.

2.2.1.1. Introduction à la production biologique

L'agriculture biologique est une agriculture basée initialement sur des motivations philosophiques, qui peu à peu ont été traduites techniquement. Elle a été inventée dans le contexte d'une exigence accrue de qualité alimentaire de la part de quelques consommateurs et de médecins sensibles aux effets réels ou supposés de produits chimiques utilisés en agriculture. En 1991 est rédigé un Règlement européen pour les productions végétales (CEE 2092/91), avec création d'un label européen pour les produits issus de l'agriculture biologique. En 2000, le Règlement européen pour les productions animales donne un appui supplémentaire à l'agriculture biologique. L' « agriculture biologique » est donc définie strictement par la loi, avec une certification des exploitations qui veulent revendiquer ce qualificatif par des organismes de certification indépendants. Actuellement la production biologique intéresse fortement l'industrie alimentaire compte tenu du changement de

comportement des gens vis-à-vis de ces produits (Pervanchon & Blouet, 2002). L'agriculture biologique est un système de gestion holistique de la production qui favorise la santé de l'agrosystème, y compris la biodiversité, les cycles biologiques et les activités biologiques des sols. Elle privilégie les pratiques de gestion plutôt que les méthodes de production d'origine extérieure, en tenant compte du fait que les systèmes locaux doivent s'adapter aux conditions régionales. Dans cette optique, des méthodes culturales, biologiques et mécaniques sont, dans la mesure du possible, utilisées de préférence aux produits de synthèse, pour remplir toutes les fonctions spécifiques du système (Commission du Codex Alimentarius, 1999).

L'agriculture biologique est pratiquée actuellement dans plus de 120 pays à travers le monde. Des études réalisées par l'IFOAM (International Federation for Organic Agriculture Movement) et le SOEL (Stiftung Ökologie & Landbau – Fondation pour l'Écologie et l'Agriculture) indiquent qu'en l'an 2000 la surface de production écologique était de près de 8 millions d'hectares pour 51,2 millions d'hectares en 2006, dont 31,5 millions dédiés à l'agriculture écologique et 19,7 millions dédiés à la production sylvestre. En Bolivie, la production biologique augmente de façon exponentielle depuis les années 1990. En 2006, celle-ci dépassait les 20 000 tonnes, dont la majorité est destinée à l'exportation, comme c'est très souvent le cas dans les pays d'Amérique latine (Lernoud, 2008).

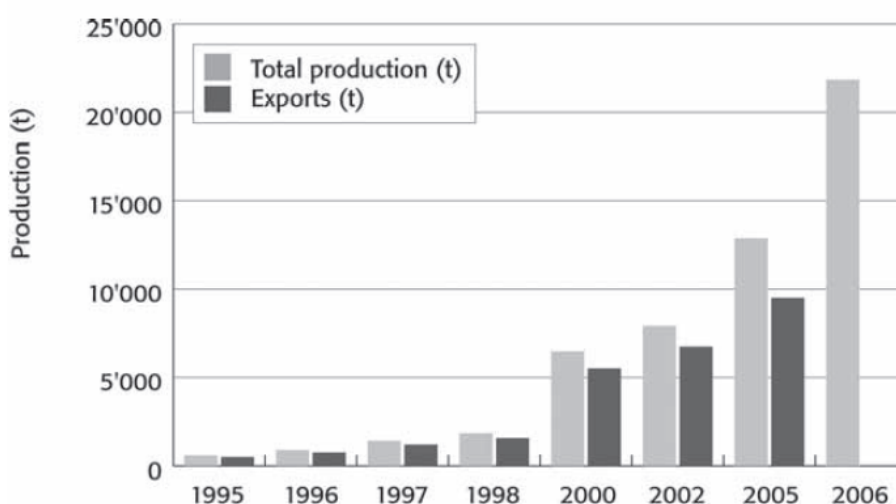


Image 2: Evolution de la production biologique en Bolivie (1995-2006) (Lernoud, 2008)

La superficie de quinoa cultivée en Bolivie augmente de manière linéaire, de 38 000 ha en 1998 à plus de 53 000 ha en 2010, dont 70% biologique, ce qui fait de la Bolivie le premier producteur mondial. L'exportation de quinoa biologique est également en augmentation. En 1998, 8% de la quinoa produite était exportée dans les filières bio, en 2009 ce pourcentage atteint les 40% (Proinpa, 2011)

Dans le monde il existe un ensemble d'expressions synonymes ou variantes du terme « agriculture biologique ». L'« agriculture biologique » telle que définie en France et en Belgique se traduit dans les pays anglophones par « organic farming » et dans les pays hispanophones par « agricultura ecologica » ou « agricultura organica ». Leurs traductions littérales en français (« agriculture organique » et « agriculture écologique ») ne trouvent pas d'échos précis (Pervanchon & Blouet, 2002). Il convient donc de rester vigilant lors des traductions.

2.2.1.2. Concept de qualité d'un produit

Suite à l'accès facilité aux informations disponibles et à l'offre d'une variété sans cesse croissante de produits, le consommateur conscientisé est devenu plus exigeant quant à la qualité des produits alimentaires. Il est plus sélectif au moment de réaliser ses achats. Cette tendance s'observe sur les marchés du monde entier et plus particulièrement dans les pays plus développés comme les pays de l'Union Européenne, les Etats-Unis et le Japon.

La qualité d'un produit est le résultat de son processus de fabrication tout au long de la chaîne productive et commerciale. Dans le cas d'un produit alimentaire, on peut considérer cette chaîne comme étant "du champ à la table" (Ablan de Flórez, 2000). Pour analyser la qualité de ces types de produits, nous pouvons distinguer les catégories suivantes: la qualité d'innocuité, la qualité nutritionnelle et la qualité définie par attributs de valeur (Ablan de Flórez, 2000 ; Niño de Zepeda et al., 1999). La qualité définie par attributs de valeur, celle qui nous intéresse plus particulièrement dans ce rapport, différencie les produits sur base de leurs caractéristiques organoleptiques, compositionnelles et de facteurs comme le respect de l'environnement tout au long de la chaîne productive (produits écologiques), le respect des lois sociales pour les travailleurs impliqués dans la production (commerce équitable) et le respect des traditions (aliments produits de façon traditionnelle) entre autres.

Pour garantir au consommateur qu'un produit présente un ou plusieurs attributs de valeur différenciés, il existe des systèmes privés et publics de contrôle de ces attributs de valeur. La présence d'un label ou d'un symbole de qualité sur l'emballage certifie que le produit a été contrôlé et permet ainsi de différencier les produits, d'inspirer confiance aux consommateurs et de leur garantir la conformité aux standards locaux et internationaux.

2.2.1.3. Système de gestion de la qualité

Pour garantir la qualité des attributs de valeur de produits ou de services, un système de gestion de la qualité doit être mis en oeuvre. Ce système se définit comme l'ensemble des mesures établies par une organisation pour atteindre les objectifs de qualité de ses produits et/ou services. Outre le fait de garantir la qualité, le système de gestion de la qualité vise à prévenir les risques, optimiser l'utilisation des ressources, régulariser la production et diminuer les coûts de production. La mise en oeuvre d'un système de gestion de la qualité se base sur les différents principes de la norme ISO 9001.

La normalisation

La normalisation permet d'apporter un cadre opérationnel pour des tâches répétitives dans les domaines de la science, des technologies et de l'économie afin d'atteindre un processus optimal dans un contexte donné. Selon le système ISO, « la normalisation est le processus de formulation et d'application de règles dans l'approche méthodique d'une activité spécifique, établie avec la coopération et le consentement de toutes les parties intéressées afin d'obtenir un bénéfice pour la communauté, en particulier pour la promotion d'une économie intégrale optimale, tenant en compte les conditions fonctionnelles et les nécessités en terme de sécurité ».

La normalisation est basée sur les résultats consolidés de la science, des technologies et de l'expérience. Elle ne détermine pas seulement les bases pour le développement présent, mais également pour le futur. La normalisation doit avancer de pair avec le progrès. Ses objectifs sont de:

- Fixer des niveaux de qualité: la normalisation spécifie les caractéristiques que doivent présenter les produits et services et ainsi, leur qualité;
- Réduire la diversité des modèles: La normalisation réduit les différentes formes d'un produit à un nombre permettant de couvrir les nécessités qui prévalent à une époque donnée;
- Assurer la substitution: la normalisation fixe les caractéristiques que doivent présenter les produits afin de rendre possible leur substitution (entre pays, marchés, systèmes d'accréditation, etc.);

Les normes issues de la normalisation sont des descriptions et guides techniques pour la caractérisation et l'identification de produits, services ou processus de fabrication dont la violation sur un marché national ou international est sujette à pénalité. La qualité d'un produit ou service se mesure par les normes qui les définissent.

La certification

La certification se définit comme le processus par lequel un organisme de contrôle reconnu donne la conformité de garantie par écrit qu'un produit, un service ou un processus de fabrication est conforme aux prérequis spécifiés par les normes et règlements préétablis.

La certification est intéressante pour appuyer le développement du commerce de produits de qualité provenant d'une zone déterminée. Les bénéfices de la certification sont nombreux:

- Inspire une relation de confiance entre le consommateur et le producteur;
- Augmente la compétitivité face aux produits similaires non certifiés;
- Apporte de la transparence dans la gestion de la production;
- Facilite l'accès aux marchés extérieurs et évite les barrières techniques et frontalières;
- Protège la santé et la sécurité des consommateurs;
- Facilite l'achat du consommateur par l'identification facile des produits ou services certifiés via la labélisation.

L'accréditation

L'accréditation est le processus par lequel un organisme accréditeur reconnaît la compétence technique et la fiabilité d'un organisme de certification.

L'accréditation signifie que l'organisme certificateur ou organisme de contrôle réalise ses contrôles et certifications en conformité avec la norme correspondante (ISO-65). Elle n'est pas obligatoire dans tous les cas puisque les états peuvent également, via leurs systèmes législatifs, garantir le fonctionnement légal et honnête d'un organisme de certification.

L'instance internationale qui reconnaît la compétence des organismes accréditeurs est l'IAF (International Accreditation Forum).

Nous pouvons représenter synthétiquement les différents niveaux de contrôle de la manière suivante:



2.2.1.4. Normes de production et certification biologique

Les normes internationales pour la production biologique ont été élaborées pour réglementer toute la chaîne productive biologique: l'habilitation des parcelles, la culture, la récolte, la transformation et la commercialisation, ainsi que les organismes de contrôle (certification). Ces normes ont été élaborées suite à l'augmentation croissante de consommateurs demandeurs de produits biologiques (produits sains, qui améliorent la qualité de vie et la santé et permettent la sauvegarde de l'environnement), ce qui favorise à son tour la croissance de marchés biologiques, la certification de produits biologiques garantissant leur qualité biologique.

Après les normes et certifications privées (volontaires), les gouvernements ont donc à leur tour mis en œuvre la promotion et le contrôle de l'agriculture biologique en créant des systèmes favorisant la production locale et l'exportation de ces produits et créé des systèmes de contrôle spécifiques à l'agriculture biologique via les mécanismes suivants:

- Systèmes de promotion de la production biologique via la promulgation de lois et politiques, programmes et projets destinés à convertir la production conventionnelle en production biologique.
- Systèmes de contrôle de la production biologique via des systèmes de régulation gouvernementaux comme les Règlements CEE 2092/91 et CEE 1804/99 dans l'Union Européenne par exemple. Ces systèmes fiscalisent et contrôlent la production, la transformation, la certification, le commerce et l'importation des produits écologiques.

2.2.1.4.1. Normes et règlements internationaux et privés

Actuellement les normes les plus utilisées destinées au commerce extérieur pour la production biologique sont les suivantes:

- Pour l'Union Européenne, le Règlement CEE 2092/91;
- Pour les Etats-Unis, le Règlement NOP (National Organic Programme);
- Pour le Japon, le Règlement JAS (Japanese Agricultural Standards);
- Pour l'Amérique Latine, des pays comme l'Argentine, la Bolivie, le Pérou, l'Equateur, le Chili, la Colombie, le Brésil et le Paraguay ont développé des normes et règlements gouvernementaux pour l'agriculture écologique;
- D'autres pays en Afrique et en Asie ont des normes similaires.

On estime qu'actuellement une soixantaine de pays dans le monde possèdent des normes gouvernementales pour l'agriculture écologique.

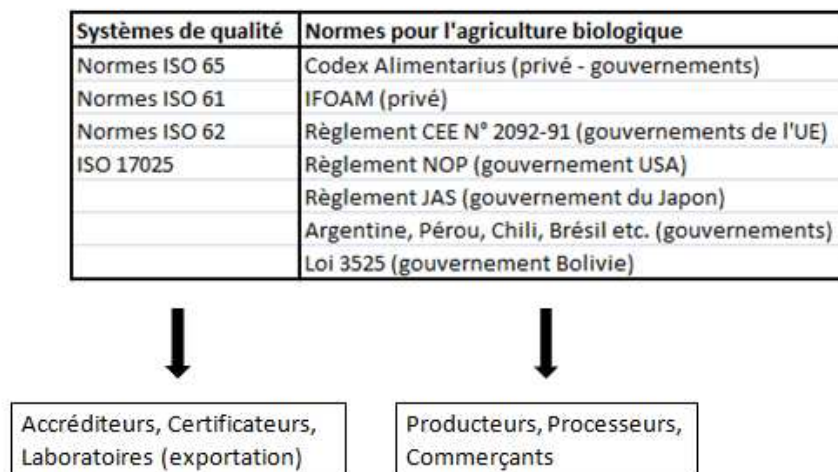


Image 3: Systèmes de qualité et normes pour l'agriculture biologique.

Le Règlement CEE 2092/91 de l'Union Européenne

Ce Règlement est contraignant dans tous les pays de la Communauté Economique Européenne (CEE) et régit la production, la transformation et la commercialisation de produits provenant de systèmes de production biologique dans les pays membres de la CEE. Il contient également des articles spécifiques concernant l'importation de produits biologiques de pays tiers (non membres de la CEE) et concernant leur libre circulation et commercialisation comme produits biologiques à l'intérieur de l'UE. Ce règlement fait référence tant aux produits agricoles que d'élevage. Il inclut également la base légale pour la labellisation. L'annexe VI mentionne les produits autorisés en agriculture biologique. Il est sans cesse révisé et actualisé, sur base de rapports et investigations sur les effets des produits et intrants permis dans le système de production biologique sur l'environnement, la biodiversité et la santé. Il est aujourd'hui abrogé par le Règlement CEE 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007. Le règlement CEE 2092/91 a été élaboré pour :

- Répondre à une demande croissante ;
- Différencier les produits biologiques des produits pseudo-biologiques ;
- Assurer la transparence et le contrôle de la production jusqu'à la commercialisation ;
- Permettre une homogénéisation au sein de tous les pays membres de l'UE afin d'assurer la libre circulation des produits, certains pays pouvant auparavant déjà compter sur des règlements propres ;
- Absence de définition stricte de l'agriculture biologique et lacunes dans la protection de l'environnement ;

Notons que les Etats-Unis (via « The Organic Foods Production Act of California of 1990 » de l'USDA) et le Japon (via le JAS (Japanese Agricultural Standards)) possèdent également leur propre réglementation.

Les directives du Codex Alimentarius

Le Codex Alimentarius est un programme conjoint de la FAO et de l'OMS qui a pour objet de protéger la santé des consommateurs et d'assurer, quant au commerce des aliments, des pratiques équitables, uniformes et acceptées internationalement.

Le comité du Codex sur la labellisation des Aliments a élaboré en 1999 un document de base, qui a été révisé en 2001, sur les *directives pour la production, l'élaboration, la labellisation et la commercialisation d'aliments produits de manière biologique* en tenant compte de la croissance de la production et du commerce international des aliments produits de manière biologique. L'objectif de ces directives est de faciliter l'harmonisation des conditions requises pour les produits biologiques au niveau international, mais aussi de servir de guide aux gouvernements qui voudraient établir des règlements nationaux dans ce domaine. Ces directives n'ont donc pas de valeur contraignante. Elles incluent des sections générales concernant le concept de production biologique et le cadre d'application du texte, des descriptions et définitions, la labellisation et les déclarations de propriété (incluant les produits de transition/conversion), les règles de production et préparation, les systèmes d'inspection, la certification et le contrôle des importations.

A moyen terme les normes de production biologique pourraient être régulées par une seule instance, le Codex Alimentarius, qui actuellement constitue la référence internationale dans de nombreux pays.

Les normes privées pour l'agriculture biologique

Il s'agit de critères établis par des groupes d'écologistes, certificateurs, consommateurs ou producteurs. Ils n'ont aucun caractère contraignant pour les pays. Ces normes privées sont bien souvent plus sévères que les normes internationales, ce qui leur permet d'obtenir la confiance des consommateurs. Citons entre autres les normes de l'IFOAM, Demeter, BCS, Ecocert, OCIA, Naturland, etc.

2.2.1.4.2. Normes et règlements boliviens

La norme AOPEB

La norme AOPEB est la première norme établie en Bolivie concernant la production biologique. Il s'agit d'une norme de base qui régule la production agricole, l'élevage, la foresterie, le traitement, la labellisation et la commercialisation de produits écologiques. Elle est équivalente aux normes internationales comme le Règlement 2092/91 de l'UE ou comme celle de l'IFOAM. Elle tient compte des systèmes de production traditionnels du petit producteur et est adaptée à la réalité bolivienne. La norme AOPEB contient des normes spécifiques pour la culture de la quinoa, du café, du miel et tient compte des directives sociales.

Sur base de la norme AOPEB et des expériences relatives aux processus de certification et de commerce de produits biologiques boliviens, en coordination avec des entités publiques et privées, des normes gouvernementales de contrôle de la production biologique ont été établies via le Système National de Contrôle de la Production Biologique. La production biologique est donc régulée par le gouvernement. C'est à partir de la norme AOPEB que le règlement de la Norme Technique

Nationale de Production Biologique a été adopté via la Resolution Ministérielle du Ministère du Développement Rural, Agricole, de l'Elevage et de l'Environnement (MDRAYMA) N°280.

La loi 3525

La Loi de Régulation et Promotion de la Production Agricole, d'Elevage et de Foresterie Biologique a été promulguée le 21 novembre 2006. Cette loi déclare d'intérêt et de nécessité nationale la promotion de la production biologique et a pour objet de réguler, promouvoir et fortifier durablement le développement de la production agricole, d'élevage et de foresterie biologique en Bolivie. Elle se base sur le principe que pour lutter contre la faim dans le monde, il faut certes produire plus, mais il faut surtout que les aliments produits soient de qualité, ne portent pas atteinte à la santé humaine et à l'environnement et soient disponibles et accessibles à tous. Les processus de production, transformation, industrialisation et commercialisation ne peuvent causer d'impact négatif sur l'environnement. La loi promeut la production biologique et établit :

- La création du **Conseil National de Production Biologique (CNAPE)** comme instance opérationnelle, responsable de planifier et promouvoir les normes, de gérer la promotion et le développement de la production biologique. Le conseil est constitué de représentants du secteur public et privé (notamment l'AOPEB). Il établit également la création de Comités Départementaux et Municipaux de promotion de la production biologique.
- La création du **Système National de Contrôle de la Production Biologique (SNCPE) via la désignation du SENASAG** (Service National de Salubrité Agricole et d'Elevage, et d'Inocuité Alimentaire) comme autorité nationale compétente et dont la fonction est l'enregistrement, la reconnaissance et le contrôle (fiscalisation) des opérateurs (producteurs, processeurs et commerçants) et organismes de certification. Il reconnaît 2 types de certifications pour le commerce de produits biologiques :
 - Pour le commerce international et l'exportation, via des organismes de certification reconnus selon la norme ISO65.
 - Pour le commerce local et national, via des systèmes alternatifs de garantie de la qualité, évalués et contrôlés par le SENASAG, qui promeut le commerce national de produits biologiques certifiés, garantit la qualité, tout en restant accessibles pour les producteurs et consommateurs boliviens.

Le système national de contrôle de la production biologique (SNCPE)

Le fonctionnement opérationnel du Système National de Contrôle de la Production Biologique (SNCPE) dépend de 2 Règlements :

- Le Règlement du SNCPE
- Le Règlement de la Norme Technique Nationale de Production Biologique.

Le SNCPE veille à ce que les opérateurs (producteurs, processeurs et commerçants) et organismes de certification respectent le Règlement de la Norme Technique Nationale de Production Biologique via le Règlement du SNCPE.

Le respect de ces règlements donne le droit d'utiliser le label national de « Produit Biologique » et « Produit en Transition » sur le marché national comme pour l'exportation. Les produits labellisés

comme biologiques qui ne respectent pas ces règlements seront retirés du marché, en plus d'éventuelles sanctions établies dans le règlement du SNCPE.

SELLO NACIONAL DE PRODUCTO ECOLOGICO Y PRODUCTO EN TRANSICION:



Image 4: Label national de produit biologique et produit en transition.

Les normes et règlements spécifiques boliviens

La Norme Spécifique de Production Biologique est un protocole de spécifications techniques destinées à des conditions locales particulières. Elle peut être rédigée par un opérateur sur base des conditions spécifiées dans le Règlement de la Norme Technique Nationale de Production Biologique et doit être connue par l'ensemble du personnel impliqué dans le processus de production biologique.

Pour chaque condition particulière ou produit, tout opérateur peut suggérer l'élaboration de normes spécifiques pour sa spécialité de production ou autre. Celles-ci devront être révisées et approuvées par le Conseil National de Production Ecologique (CNAPE), qui remettra la proposition au Ministère de l'Agriculture (MDRAYMA) pour approbation comme Norme Technique Nationale Spécifique de Production Biologique.

En l'absence de normes spécifiques, le Règlement de la Norme Technique Nationale de Production Biologique est d'application pour les processus de production et certification biologique.

2.2.1.4.3. Certification biologique

Le processus de certification biologique se déroule en 2 phases :

- **L'inspection** : Consiste en l'inspection physique et sur base de documentation de toutes les unités de production (parcelles, système de récolte, de transformation, entrepôt, système de transport ou tout autre en contact avec le produit à certifier) sur toute la chaîne productive (habilitation des parcelles, culture, récolte, post-récolte, entreposage, transformation et commercialisation) par un inspecteur formé (professionnel en sciences agronomiques ou similaire) sur base de l'application effective des normes de production biologique.
- **La certification** : Elle est réalisée par un comité de certification, à l'intérieur de l'organisme de certification. Celui-ci analyse et évalue les rapports d'inspection rédigés par les inspecteurs. En cas d'avis favorable, le comité émet par écrit le certificat biologique, qui est

la garantie qu'un produit, service ou processus de fabrication est conforme aux conditions spécifiées dans la norme biologique. Il en résulte le droit à la commercialisation avec label biologique, attestant au consommateur qu'il s'agit d'un produit biologique certifié.

Plusieurs types de produits peuvent être certifiés et commercialisés comme produit biologique :

- Les produits forestiers ;
- Les produits et sous-produits d'origine agricole ;
- Les produits et sous-produits issus de l'élevage ;
- Les produits transformés à partir des matières premières des produits et sous-produits précédemment cités ;

Sont susceptibles d'être soumis à certification :

- Les associations de petits producteurs avec personnel juridique et impliquées dans une ou plusieurs activités agricole, d'élevage, de récolte, de traitement, de transformation ou de commercialisation ;
- Le moyen ou grand producteur individuel avec personnel juridique et avec activité agricole, d'élevage, de production de matières premières ou de traitement ;
- Les opérateurs de transformation et commercialisation des produits avec personnel juridique ;

Le processus de certification biologique peut se réaliser par certification directe ou indirecte.

La certification directe

La certification directe est réalisée par un organisme certificateur reconnu ou accrédité par l'autorité compétente de contrôle de la production biologique du marché de destination. 100% des unités de production est inspectée. L'inspection consiste dans le contrôle, le suivi, la vérification et l'évaluation directe *in situ* (sur les lieux) via visite des unités de production, évaluation des opérateurs, collecte d'échantillons, analyse de documentation. Le rapport d'inspection qui en résulte est ensuite transféré pour approbation au comité de certification.

Ce type de certification s'avère coûteux et peu accessible pour les petits producteurs et associations de petits producteurs. Les coûts d'inspection pour l'exportation oscillent entre 110 et 165 euros par jour. De plus, les unités productives sont généralement éparpillées sur un vaste territoire et sont d'accès difficile, ce qui augmente encore les coûts.

La certification indirecte

La certification indirecte est réalisée par le Système de Contrôle Interne (SCI) de l'organisation de producteurs ou de l'entreprise. Il contrôle, inspecte, évalue et garantit de manière interne le respect physique et sur base de documentation des normes ou règlements de production biologique de 100% des unités de production sur toute la chaîne productive. L'inspection se réalise par des inspecteurs internes à l'organisation de producteurs ou à l'entreprise et leurs rapports sont analysés et évalués par le Comité de Certification Interne (CCI). Ce dernier approuve ou désapprouve la certification interne. Dans le cas d'une association de producteurs il le fait pour chaque producteur membre de l'association.

Ensuite l'organisme certificateur évalue le fonctionnement du SCI et vérifie au hasard entre 10 et 30% des unités de production et producteurs de l'association.

C'est bien souvent le système de certification privilégié par les associations de producteurs biologiques car beaucoup plus économique.

Notons enfin que dans de nombreux pays des systèmes de certification participatifs ou alternatifs voient le jour pour promouvoir la production et commercialisation locale et nationale de produits biologiques.

2.2.2. Evaluation des impacts sur l'environnement du Projet Quinoa et propositions d'alternatives durables

L'évaluation est réalisée pour la campagne 2011-2012 car les données de la campagne 2012-2013 ne sont pas encore toutes disponibles au moment de rédiger ce rapport.

2.2.2.1. Etat des lieux de l'environnement

2.2.2.1.1. Yunchará

Sauf mention de source particulière, le point 2.2.2.1.1. est largement inspiré du document « Gobierno Municipal de Yunchará, 2008 ».

2.2.2.1.1.1. Présentation de la municipalité

La municipalité de Yunchará se situe à l'extrême sud-ouest du département de Tarija. Elle est délimitée au nord par la municipalité de El Puente, au sud par la municipalité de Villazon (département de Potosí) et l'Argentine, à l'est par les municipalités de Concepción et Padcaya et à l'ouest par le département de Potosí. La superficie de Yunchará est de 1768km². Sa capitale municipale se situe à 3575m d'altitude, à une distance de 165km de la ville de Tarija, capitale du département de Tarija¹. Yunchará est composé de 42 communautés. En 2005, la population recensée était de 5438 habitants (Instituto Nacional de Estadística, 2005).

2.2.2.1.1.2. Ressources hydriques

La municipalité de Yunchará fait partie du sous-système endoréique de Tajzara et du sous-système de la rivière Pilcomayo. La zone de drainage du bassin endoréique est formée par le sous-bassin Tajzara. Le bassin de la rivière Pilcomayo est formée par les sous-bassins du ruisseau Honda et des affluents directs de la rivière San Juan del Oro. Le sous-bassin Tajzara comprend les 3 lagunes de Tajzara, sources importantes d'eau potable pour la faune sauvage et les animaux d'élevage. Le sous-bassin du ruisseau Honda, qui présente un climat aride, permet de fournir de l'eau aux plantes et cultures pour une période de 2 à 3 mois par an.

¹ Carte de la situation géographique de Yunchará en Bolivie en annexe 1.

SOUS-SYSTEME ENDORREIQUE DE TAJZARA	Superficie	
	ha	%
Sous-bassins		
Tajzara	47.280	26,7
Sous-total	47.280	26,7
SOUS-SYSTÈME DE LA RIVIERE PILCOMAYO	Superficie	
	ha	%
Sous-bassins		
Ruisseau Honda	47.873	27,1
Affluents directs de la rivière San Juan del Oro	81.689	46,2
Sous-total	129.562	73,3
Total	176.842	100

Tableau 1: Sous-bassins hydrographiques du territoire de Yunchará (Zonisig, 2001).

Les parcelles du Projet Quinoa font partie des sous-bassins du ruisseau Honda et de Tajzara².

2.2.2.1.1.3. Usage actuel du sol

88% du territoire de la municipalité de Yunchará est constitué de montagnes et collines à versants généralement escarpés et disséqués. Ces versants présentent peu de sol suite à l'action d'une forte érosion hydrique. 11,8% du territoire est constitué de petites plaines alluviales au pied des montagnes présentant des sols de meilleure qualité mais avec de fortes limitations physiques et chimiques. Ces 99,8% du territoire sont destinés principalement au pâturage extensif d'ovins, de caprins et de bovins par de petits producteurs. Seul 0,2% du territoire municipal, soit 350ha, est constitué de petites vallées formées par des plaines et terrasses alluviales présentant un potentiel pour l'agriculture intensive. Celles-ci se situent principalement dans la vallée de la rivière San Juan del Oro.

14 unités d'usage du sol ont été identifiées à Yunchará³.

² Carte des sous-bassins hydrographiques du territoire de Yunchará en annexe 2.

³ Carte des unités d'usage du sol du territoire de Yunchará en annexe 3.

Code	Description	Superficie	
Usage agricole intensif		ha	%
1	Agricole intensif avec cultures annuelles et pérennes	346	0,2
2	Agricole intensif/extensif avec cultures annuelles	399	0,2
Usage agropéculaire extensif			
3	Elevage extensif d'ovins	61175	34,6
4	Elevage extensif d'ovins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	9206	5,2
5	Elevage extensif de caprins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	33952	18,6
6	Pastoralisme continu avec élevage d'ovins	4330	2,4
7	Pastoralisme extensif avec élevage mixte	9717	5,5
8	Pastoralisme extensif avec élevage de caprins et d'ovins avec exploitation de la laine	6622	3,7
9	Elevage extensif d'ovins et de camélidés	22987	13
10	Pastoralisme extensif très dispersé avec élevage de bovins et d'ovins	10591	6
11	Agropéculaire extensif avec cultures annuelles, ovins, caprins et bovins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	15391	8,7
Usage pastoral et sylvicole			
12	Usage pastoral et sylvicole avec élevage de caprins et ovins	107	0,1
Autres zones			
13	Dunes de sable	838	0,5
14	Lagunes	1447	0,8
15	Cours d'eau	736	0,4
Total		176842	100

Tableau 2: Unités d'usage du sol dans la municipalité de Yunchará (ZONISIG, 2001).

2.2.2.1.1.4. Climat

2.2.2.1.1.4.1. Conditions climatiques

Le territoire de la municipalité de Yunchará présente différents types de climats déterminés principalement par l'orographie et l'altitude. L'été (octobre-mars) se caractérise généralement par des températures et humidité relative basses avec des masses d'air instables provoquant des précipitations d'intensité modérée et de courte durée. L'hiver (avril-septembre) se caractérise par l'absence de précipitations et des températures et humidité relative plus basses qu'en été⁴.

Unités climatiques	Superficie	
	ha	%
Froid aride	122971	69,5
Très froid humide	6367	3,6
Très froid semi-aride	24104	13,6
Très froid semi-humide	23400	13,2
Total	176842	100

Tableau 3: Unités climatiques sur le territoire de Yunchará (ZONISIG, 2001).

⁴ Carte des unités climatiques sur le territoire de Yunchará en annexe 4.

Presque toutes les parcelles du territoire de Yunchará se situent dans l'unité climatique Froid Aride. La température moyenne annuelle de cette unité est de 9°C et les précipitations annuelles sont de 400 à 600mm.

2.2.2.1.1.4.2. Précipitations

La période des pluies commence généralement durant les mois de novembre et décembre et se termine durant les mois de février et mars alors que la période sèche a généralement lieu de mai à septembre. Les précipitations annuelles sont de 350 à 900mm suivant les zones⁵.

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annuel
Campanario	100,1	84,9	52,7	13,6	0,4	0	0	1,2	7	13,4	22,4	70,9	366,6

Tableau 4: Précipitations mensuelles et annuelle de la station Campanario (mm) (senamhi.gob.bo/).

2.2.2.1.1.4.3. Températures

Sur l'ensemble du territoire de la municipalité de Yunchará la température moyenne annuelle est de 7,9°C, la température minimale moyenne annuelle est de 6°C et la température maximale moyenne annuelle est de 12°C⁶.

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annuel
Campanario	11	10,7	10,6	10,7	8,8	7,8	7,3	8,7	9,7	11,2	11,1	11,2	9,9

Tableau 5: Températures moyennes mensuelles et annuelle de la station de Campanario (°C) (senamhi.gob.bo/).

Campanario												
Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Max	24	24	24	26	26,2	27,5	22,5	23,5	25	29	24	25
Min	-2	-2,5	-2,5	-5,5	-10,5	-15	-15,5	-10	-9,2	-6	-6,5	-3,5

Tableau 6: Températures maximales et minimales mensuelles de la station de Campanario (°C) (senamhi.gob.bo/).

2.2.2.1.1.4.4. Principaux problèmes climatiques

Rareté et irrégularité des précipitations

Le territoire municipal se caractérise par une légère variabilité des précipitations, déterminée par l'influence du relief et son orientation. La plus grande partie du territoire ne reçoit que de rares précipitations, de novembre à mars. Ceci explique que les activités agricoles aient lieu durant cette

⁵ Carte des isoyètes annuels sur le territoire de Yunchará en annexe 5.

⁶ Carte des isothermes annuels sur le territoire de Yunchará en annexe 6.

période, sauf dans les zones bénéficiant d'une irrigation permanente (via la présence d'une rivière, de canalisations, etc.).

Périodes de gel

Selon les données enregistrées par la station météorologique de Campanario (Municipalité de El Puente), la municipalité de Yunchará subirait 107 périodes de gel par an en moyenne tout au long de l'année.

Périodes de grêle

Les périodes de grêle sont relativement fréquentes dans la municipalité de Yunchará. Ils sont d'intensité variable et affectent la productivité des cultures.

Vents

En général, les vents sont relativement forts. Selon les données de la station de Campanario la vitesse moyenne annuelle des vents est de 8,9 km/h et ceux-ci soufflent vers le nord. Les vents les plus forts soufflent de juin à août à une vitesse moyenne oscillant de 10,2 à 13,6 km/h. De janvier à mars les vents sont les plus faibles: ils ont une vitesse moyenne de 6,3 à 6,8 km/h.

2.2.2.1.1.5. Biodiversité

Végétation naturelle

La végétation naturelle, outre sa valeur esthétique, joue un rôle important dans la régulation des processus hydriques et dans la protection et la régulation des processus érosifs. Elle constitue en outre les habitats de la faune silvestre et peut être utilisée par les populations locales à de multiples fins (usage médical, nourriture, fourrage, bois de chauffage et de construction, etc.).

La végétation naturelle de la municipalité de Yunchará est majoritairement représentée par des pâturages dans la zone des montagnes et collines, par des fourrés xéromorphes épineux dans 69% de la zone basse et par des forêts de densité variable avec arbres à feuilles semi-caduques saisonnières dans 31% de la zone basse.

Il existe 25 types ou unités de végétation sur le territoire de Yunchará⁷.

Faune sauvage

Sur le territoire de la municipalité de Yunchará, la faune silvestre reste peu étudiée. Il existe néanmoins 2 études réalisées dans la Réserve Biologique de la Cordillère de Sama (Dupret 1999 ; 2000), à cheval sur les municipalités de Yunchará et El Puente, qui permettent d'avoir un aperçu de la diversité potentielle de la municipalité.

La présence de nombreux écosystèmes, écorégions et fluctuations altitudinales (de 1950 à 4700m) dans la réserve de Sama résulte en une diversité animale importante. 207 espèces d'oiseaux, 57

⁷ Tableau et carte des unités de végétation sur le territoire de Yunchará en annexe 7.

espèces de mammifères, 23 espèces de reptiles et amphibiens, 4 espèces de poissons et 83 espèces d'arthropodes, annélidés et mollusques y ont ainsi été identifiés.

Néanmoins, suite au commerce illégal des espèces, à la détérioration des habitats et à la pression anthropique, certaines espèces se rencontrent en faibles densités. Suivant la Convention sur le Commerce International des Espèces Menacées de Faune et Flore Sauvage (CITES) et les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), les espèces rencontrées ont été catégorisées dans un but de protection et de conservation.

Sur les 291 espèces de vertébrés présentes dans la réserve, 7 sont classées dans l'annexe I du CITES (espèces menacées d'extinction dont le commerce de spécimens n'est autorisé que dans des circonstances exceptionnelles), 31 dans l'annexe II (espèces pas nécessairement menacées d'extinction mais dont le commerce doit être contrôlé afin d'assurer leur survie) (cites.org), une espèce est classée en "État Critique", 2 "En Danger", 5 "Vulnérables", 12 en "Risques Mineurs" et 3 en "Données Insuffisantes". 5 espèces sont en outre endémiques de Bolivie (Flores & Miranda, 2003).

Les oiseaux de la catégorie "Vulnérable" sont: le flamant des Andes (*Phoenicoparrus andinus*), le flamant de James (*Phoenicoparrus jamesi*), le merle d'eau (*Cinclus schulzi*), le chipiu de Bolivie (*Poospiza boliviana*) et le chipiu de Watkins (*Poospiza baeri*). Les oiseaux de la catégorie "Risques Mineurs" sont: le flamant du Chili (*Phoenicopterus chilensis*), le condor des Andes (*Vultur gryphus*), *Fulica comuta*, le synallaxe fauve (*Leptasthenura yanacensis*), le conirostre géant (*Oreomanes fraseri*), le saltator à ventre roux (*Saltator rufiventris*) et le colibri adèle (*Oreotrochilus adela*).

En ce qui concerne les mammifères, le guanaco (*Lama guanicoe*) se trouve en "Etat Critique". Le chat des Andes (*Felis jacobita*) et le cerf d'Antis (*Hippocamelus antisensis*) sont "En Danger". Dans la catégorie "Risques Mineurs" se trouvent le chat sauvage (*Felis geoffroyi*), le puma (*Puma concolor*) et la vigogne (*Vicugna vicugna*). Le chat du Pajonal (*Felis colocolo*) est classé dans la catégorie "Données Insuffisantes". 2 petits rongeurs sont endémiques de Bolivie: la souris à oreilles touffues de Wolffsohn (*Phyllotis wolffsohni*) et le rat à peigne de Lewis (*Ctenomys lewisi*).

Des 4 espèces de poissons identifiés dans les rivières de la réserve, 2 espèces de daurades (*Oligosarcus bolivianus* et *Acrobrycon tarijae*) se trouvent dans la catégorie "Risques Mineurs".

La réserve présente 3 espèces de reptiles et amphibiens endémiques de Bolivie: *Bothrops jonathani*, *Tomodon sp.* Et *Hyla albonigra* et 2 espèces avec "Données Insuffisantes": *Liolaemus signifer* et la couleuvre *Tachymenis peruviana*.

2.2.2.1.1.6. Zones protégées

Sur le territoire de la municipalité de Yunchará se trouvent 2 zones protégées: La Réserve Biologique de la Cordillère de Sama et le Parc National et Zone Naturelle de El Cardon.

La Réserve Biologique de la Cordillère de Sama présente une superficie de 108 500 ha, se situe à l'extrémité ouest du département de Tarija et s'étend sur le territoire des municipalités de Yunchará, El Puente mais également de Cercado, San Lorenzo, Uriondo et Padcaya.

Le Parc National et Zone Naturelle de El Cardon s'étend sur le territoire des municipalités de Yunchará et El Puente et présente une superficie de 20 000 ha environ.

Ces 2 zones protégées représentent ensemble 25% du territoire de Yunchará.

2.2.2.1.2. El Puente

Sauf mention de source particulière, le point 2.2.2.1.2. est largement inspiré du document « Gobierno Municipal de El Puente, 2008 ».

2.2.2.1.2.1. Présentation de la municipalité

La municipalité de El Puente se situe dans le sud de la Bolivie, au nord-ouest du département de Tarija. Elle est délimitée au nord et à l'ouest par le département de Chuquisaca, au sud par la municipalité de Yunchará et à l'est par la municipalité de San Lorenzo. La superficie de El Puente est de 1985,7km². Sa capitale municipale se situe à 2300m d'altitude, à une distance de 110km de la ville de Tarija, capitale du département de Tarija⁸. Yunchará est composé de 62 communautés. En 2005, la population recensée était de 10727 habitants (Instituto Nacional de Estadística, 2005).

2.2.2.1.2.2. Ressources hydriques

Le territoire de El Puente fait partie du sous-système de la rivière Pilcomayo, subdivisé en plusieurs sous-bassins : de la rivière Paicho, de la rivière Tomayapo, des affluents directs de la rivière Cambalaya et des affluents directs de la rivière San Juan del Oro.

Bassin de la rivière Pilcomayo	Superficie	
	ha	%
Paicho	26.334	13,3
Tomayapo	63.880	32,2
Afl, dir, Camblaya	31.047	15,6
Afl, dir, San Juan del Oro	77.320	38,9
Total	198.581	100

Tableau 7: Sous-bassins de la rivière Pilcomayo.

Toutes les parcelles de El Puente se situent dans le sous-bassin Tomayapo⁹.

2.2.2.1.2.3. Usage actuel du sol

De façon générale la municipalité de El Puente présente des conditions agroclimatiques peu favorables aux activités agricoles intensives. Seuls 4383ha, soit 2,2% du territoire est dédié à l'agriculture intensive, qui se caractérise par la production de cultures annuelles et pérennes avec des quantités moyennes à élevées de capital et d'intrants. Ces zones se situent au niveau de la plaine de Iscayashi et des vallées de San Juan del Oro, Paicho et Tomayapo. Le reste du territoire est consacré à l'agriculture extensive et à l'élevage extensif traditionnel d'ovins, de caprins et de bovins par de petits producteurs.

⁸ Carte de la situation géographique de la municipalité de El Puente en Bolivie en annexe 1.

⁹ Carte des sous-bassins hydrographiques de la municipalité de El Puente en annexe 2.

7 unités d'usage du sol ont été identifiées à El Puente¹⁰:

Code	Description	Superficie	
		ha	%
	Usage agropéculaire intensif		
1	Agricole intensif avec cultures annuelles	3.206	1,6
2	Agricole intensif avec cultures pérennes et annuelles	1.177	0,6
	Usage agropéculaire extensif		
3	Elevage extensif avec ovins	37.701	19
4	Elevage extensif avec ovins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	9.988	5
5	Elevage extensif avec caprins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	119.303	60,1
6	Agropéculaire extensif avec cultures annuelles et bovins, ovins et caprins	4.586	2,3
7	Agropéculaire extensif avec cultures annuelles et bovins, ovins et caprins. Usage secondaire: zones sans usage (affleurements rocheux)	21.941	11
L	Cours d'eau	680	0,3
TOTAL		198.581	100

Tableau 8: Unités d'usage du sol dans la municipalité de El Puente (ZONISIG, 2001).

La plupart des parcelles de El Puente sont situées dans la zone Agropéculaire extensive avec cultures annuelles et bovins, ovins et caprins.

2.2.2.1.2.4. Climat

2.2.2.1.2.4.1. Conditions climatiques

La municipalité de El Puente présente plusieurs unités climatiques déterminées principalement par l'orographie et l'altitude¹¹. En général, l'été se caractérise par des températures et humidité relative basses ainsi que par des masses d'air instables produisant des précipitations isolées de forte intensité et de courte durée. L'hiver se caractérise généralement par des températures et humidité relative basses ainsi que par l'absence de précipitations.

Unités climatiques	Superficie	
	ha	%
Froid aride	160649	80,9
Froid semi-aride	17089	8,6
Très froid humide	2668	1,3
Très froid semi-aride	5802	2,9
Très froid semi-humide	12373	6,2
Total	198581	100

Tableau 9: Unités climatiques sur le territoire de Yunchará (ZONISIG, 2001).

La plupart des parcelles de la municipalité de El Puente sont situées dans l'unité climatique froide semi-aride. La température moyenne annuelle y est de 8°C et les précipitations annuelles varient de 400 à 600mm.

¹⁰ Carte des unités d'usage du sol de la municipalité de El Puente en annexe 3.

¹¹ Carte des unités climatiques de la municipalité de El Puente en annexe 4.

2.2.2.1.2.4.2. Précipitations

L'époque des pluies commence généralement durant les mois de novembre/décembre et se termine durant les mois de février/mars. L'époque sèche a lieu normalement entre les mois de mai et septembre. Les précipitations annuelles sur le territoire de El Puente varient de 235 à 700mm en fonction de la zone¹².

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annuel
Campanario	100,1	84,9	52,7	13,6	0,4	0	0	1,2	7	13,4	22,4	70,9	366,6

Tableau 10: Précipitations mensuelles et annuelle de la station Campanario (mm) (senamhi.gob.bo/).

2.2.2.1.2.4.3. Températures

Les tableaux suivants indiquent respectivement la température moyenne mensuelle et annuelle pour la station Campanario et la moyenne des températures mensuelles extrêmes maximales et minimales enregistrées dans cette même station.

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annuel
Campanario	11	10,7	10,6	10,7	8,8	7,8	7,3	8,7	9,7	11,2	11,1	11,2	9,9

Tableau 11: Températures moyennes mensuelles et annuelle de la station de Campanario (°C) (senamhi.gob.bo/).

Campanario												
Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Max	24	24	24	26	26,2	27,5	22,5	23,5	25	29	24	25
Min	-2	-2,5	-2,5	-5,5	-10,5	-15	-15,5	-10	-9,2	-6	-6,5	-3,5

Tableau 12: Températures maximales et minimales mensuelles de la station de Campanario (°C) (senamhi.gob.bo/).

La carte des isothermes annuels indique des températures moyennes annuelles oscillant de 7 à 16°C¹³.

2.2.2.1.2.4.4. Principaux problèmes climatiques

Les principaux problèmes climatiques sont les mêmes que dans la municipalité de Yunchará, à savoir: la rareté et l'irrégularité des précipitations, les épisodes de gel et de grêle et enfin les vents.

¹² Carte des isoyètes annuels de la municipalité de El Puente en annexe 5.

¹³ Carte des isothermes annuels de la municipalité de El Puente en annexe 6.

2.2.2.1.2.5. Biodiversité

Végétation naturelle

73% de la superficie totale de la municipalité est couverte de buissons tandis que 16,67% sont des pâturages. Une dernière petite partie du territoire est constituée de bois clairsemés xéromorphes.

Il existe 19 types ou unités de végétation sur le territoire de El Puente¹⁴.

Faune sauvage

Les données disponibles sur la faune sauvage sont les mêmes pour Yunchará et El Puente. Cfr. point 2.2.2.1.1.5.

2.2.2.1.2.6. Zones protégées

Les 2 zones protégées se situent à cheval sur les territoires de Yunchará et El Puente. Elles ont été décrites précédemment au point 2.2.2.1.1.6.

Ces zones protégées représentent ensemble 22% du territoire de El Puente¹⁵.

2.2.2.2. Principales maladies et ravageurs des cultures

Mildiou

Le mildiou de la quinoa, *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr., est un mycète qui attaque principalement les feuilles, réduisant ainsi la surface photosynthétique de la plante, ce qui affecte son développement et son rendement. Les attaques sévères résultant en une défoliation massive peuvent occasionner des pertes considérables voir totales de production. Ce mycète survit dans le sol sous forme d'oospores durant 2 à 3 ans et sous forme de mycelium dans les grains. Les plantes infectées produisent des sporanges sur la surface inférieure des feuilles qui contaminent les plantes avoisinantes (www.inra.fr). La propagation de l'infection peut être très rapide. Bien qu'il attaque surtout les feuilles, il peut également attaquer les tiges, les branches et les inflorescences. L'humidité et les basses températures favorisent son incidence (Martinez et al., 2013).

¹⁴ Tableau et carte des unités de végétation sur le territoire de El Puente en annexe 7.

¹⁵ Carte de la situation des zones protégées sur le territoire de El Puente en annexe 8.

Taxonomie

Règne : Fungi

Embranchement : Ascomycota

Classe : Leotiomycetes

Ordre : Heliotales

Famille : Sclerotiniaceae

Genre : *Peronospora*

Espèce : *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr.

(www.bioinfo.org.uk)



Image 5: Plant de quinoa infecté par *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr.

Larve « Quema-Quema »

La chenille de lépidoptère diurne « Quema Quema » attaque les tiges et feuilles des jeunes pousses tendres, entraînant souvent leur destruction complète.



Image 6: larve « Quema Quema »

Larve « Polilla de la quinua »

La chenille de lépidoptère nocturne « Polilla de la Quinoa » attaque les plants de quinoa au niveau des feuilles et panicules, entraînant la destruction partielle ou complète des inflorescences et/ou grains.



Image 7: Larve « Polilla de la Quinoa »

Détermination taxonomique de la « Polilla de la Quinoa »

« Quema Quema » et « Polilla de la Quinoa » sont des noms vernaculaires, les espèces exactes auxquelles elles appartiennent n'ont jamais été identifiées. Afin d'envisager des méthodes de lutte biologique pour remplacer les insecticides utilisés pour lutter contre ces ravageurs, il est important de déterminer ces organismes jusqu'au genre, si possible. Des larves de « Quema Quema » et de la « Polilla de la Quinoa » ont donc été collectées sur le terrain, puis entretenues dans un gobelet en plastique. Tous les jours de l'herbe fraîche et humide leur était fournie, jusqu'à ce qu'elles forment une chrysalide.



Image 8: Dispositif d'entretien des chrysalides

Après de nombreuses tentatives infructueuses et un nombre important de larves entretenues, une chrysalide de « Polilla de la Quinoa » a finalement émergé. Comme il est de coutume de le faire dans les études sur les lépidoptères, le papillon de nuit a été tué par le froid après avoir été placé dans un congélateur. Celui-ci fut ensuite disséqué afin de pouvoir étudier son anatomie avec le plus de précision possible et déterminé à l'aide d'une clé taxonomique. La « Polilla de la Quinoa » est probablement du **genre *Copitarsa***, peut être s'agit-il de *Copitarsa naenioides*. Il est virtuellement impossible d'être sûr d'une détermination à l'espèce à l'aide d'une clé taxonomique, pour être sûr d'une détermination il faudrait la réaliser par analyses moléculaires.

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera

Famille : Noctuidae

Genre : Copitarsia

Espèce : naenioides ?



Image 9: Papillon de la « Polilla de la Quinoa »

Peu d'informations sont disponibles dans la littérature sur *Copitarsia naenioides*. On sait notamment que le Chili fait partie de son aire de distribution. Par contre cette espèce n'est pas (encore ?) répertoriée comme ravageuse des cultures de quinoa, contrairement à *Copitarsa turbata*.

Oiseaux

Plusieurs espèces d'oiseaux nuisent à la productivité des parcelles en se nourrissant des grains récemment semés, diminuant ainsi la densité en plantes des parcelles, en picorant les grains des panicules matures et en les faisant tomber. Ils contaminent également les grains avec leurs déjections.



Image 10: Excréments d'oiseaux sur un panicule



Image 11: Oiseau sur un panicule

Lièvres et Rongeurs

Les lièvres et rongeurs (souris et rats) attaquent les jeunes pousses et les rongeurs se nourrissent des graines lors de la phase post-récolte de séchage des panicules.



Image 12: Rongeur retrouvé mort près d'un cône de



Image 13: Monticules de séchage

Mauvaises herbes

Les mauvaises herbes sont en compétition avec les plants de quinoa pour l'eau, les nutriments du sol et la lumière. En « étouffant » littéralement les plants de quinoa, les mauvaises herbes peuvent faire plus de mal aux cultures que les ravageurs et maladies. Le désherbage s'avère ainsi capital.



Image 14: Parcelle pour laquelle le désherbage a été négligé.

2.2.2.3. Pratiques agricoles préconisées dans le cadre du Projet Quinoa

2.2.2.3.1. Préparation de la parcelle

Le projet préconise le labour du sol par la méthode traditionnelle, avec une charrue tirée par des ânes ou des vaches, de diminuer la taille des mottes avec un « rateau croisé » (rastra cruzada) et enfin de tasser le terrain à l'aide d'une table nivelatrice.

2.2.2.3.2. Semis

Le semis peut se faire manuellement ou mécaniquement.

Semis manuel

Il s'agit de la façon traditionnelle de semer les grains de quinoa dans l'altiplano bolivien. La technique consiste à réaliser un trou à l'aide d'un "Liukana" (outil ancestral de l'altiplano) et d'y déposer 50 à 100 graines ainsi qu'une petite quantité de fumier décomposé et tamisé, après quoi le trou est refermé avec une petite couche de terre. Selon l'expérience partagée entre l'équipe technique du projet et les producteurs, le semis peut également se réaliser directement lors du labour. Les semences sont déposées avec du fumier au niveau de la partie supérieure des sillons, où se rencontre la terre humide, puis sont recouverts d'une fine couche de terre.

Semis mécanique

Le système de semis mécanique utilisé dans le cadre du projet, nommé Satiri III, a été développé en Bolivie et consiste en un dispositif couplé au tracteur qui permet de semer par petits trous et de réguler la distance entre ceux-ci. Cette semeuse, en un seul passage, creuse un sillon jusqu'à

rencontrer une humidité adéquate, dépose les semences par à-coups suivant la densité de semis désirée, dépose une petite quantité de fumier décomposé et tamisé et recouvre le tout d'une fine couche de terre.

2.2.2.3.3. Attention accordée à la parcelle

Le Projet Quinoa préconise les interventions suivantes:

- **Désherbage:** La quinoa est en compétition pour les ressources avec les adventices. Il est dès lors important de désherber les parcelles, principalement lors des premiers stades de développement des plantes. Le désherbage se réalise à la main.
- **Démariage:** Etape qui consiste à éliminer les plantes les plus petites, faibles et/ou malades ayant germé des graines semées dans le même trou. Les démariage se réalise à la main.
- **Irrigation:** Les parcelles de quinoa requièrent une irrigation, surtout lors de l'étape initiale de développement (les 30 premiers jours suivant l'émergence). L'irrigation se fait via les sillons par le système de gravité.
- **Buttage:** Etape qui consiste à renforcer la base de la tige principale via une butte de terre pour éviter le déracinement provoqué par des vents violents. Cette étape doit être réalisée avant la floraison.

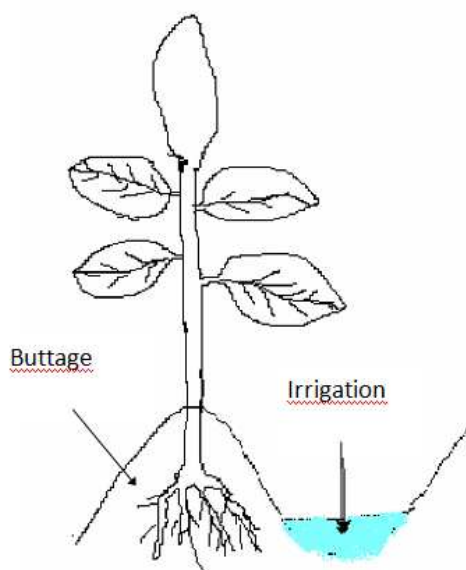


Image 15: Interventions d'irrigation et de buttage

2.2.2.3.4. Récolte

La récolte peut se faire en fauchant (coupant) ou en arrachant les plants avec leurs racines. La fauche est réalisée manuellement, avec une faux.

2.2.2.3.5. Post-récolte

- **Mise en tas:** Etape qui consiste à former de petits monticules circulaires avec les plants récoltés. Ces monticules doivent être recouverts de paille ou d'une bâche afin de protéger la

récolte de la pluie, de la grêle ou de la neige fondante qui pourraient entraîner le moisissement des grains.

- **Battue:** La récolte est étalée sur une bâche résistante puis un véhicule passe plusieurs fois dessus afin de séparer les grains du reste des plants.



Image 16: Etape de la battue

- **Séparation:** La première étape consiste à séparer les grains des impuretés restantes à l'aide d'un tamis et la seconde à sélectionner les grains en fonction de leur taille à l'aide d'une machine à propulsion manuelle.



Image 17: Utilisation du tamis



Image 18: Utilisation de la machine à propulsion manuelle

- **Séchage:** La dernière étape consiste à sécher les grains pour permettre leur stockage. Cela se réalise en étalant les grains sur une couverture et en les exposant à l'air libre.

2.2.2.3.6. Rotation des cultures

La rotation des cultures consiste à enchaîner sur plusieurs années la culture de légumes en fonction de leurs besoins et de leurs familles respectives. Pour la culture de quinoa le projet recommande la rotation suivante:

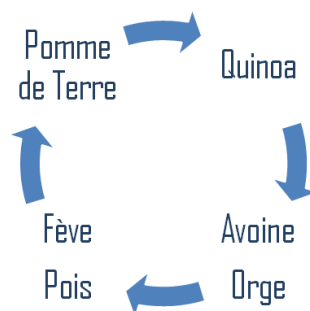


Image 19: Rotation recommandée des cultures

2.2.2.4. Quantification et propriétés générales des intrants utilisés dans le cadre du Projet Quinoa¹⁶

2.2.2.4.1. Engrais

Du fumier a été épandu lors du semis, en tant qu'engrais de fond. Le seul engrais utilisé ensuite fut l'engrais minéral Crecifol. Il s'agit d'un engrais foliaire qui est appliqué conjointement avec du Gomax, un adhérent.

2.2.2.4.1.1. Quantification

		Fumier	Crecifol			Gomax
		inconnue	N 10%	P ₂ O ₅ 30%	K ₂ O 10%	Nonylphenol Polyglycol Ether 20%
		semis	après une attaque de mildiou			après une attaque de mildiou
Yunchara	quantité épandue	14 480kg	5,1l			1,370l
			0,51l	1,53l	0,51l	0,274l
	superficie semée	3,62ha	3,62ha			3,62ha
	quantité épandue/ha	4000kg/ha	1,409l/ha			0,378l/ha
El Puente			0,141l/ha	0,423l/ha	0,141l/ha	0,076l/ha
	quantité épandue	26 080kg	9,05l			5,800l
			0,905l	2,715l	0,905l	1,16l
	superficie semée	6,52ha	6,52ha			6,52ha
Total	quantité épandue/ha	4000kg/ha	1,388l/ha			0,890l/ha
			0,139l/ha	0,416l/ha	0,139l/ha	0,178l/ha
	quantité épandue	40 560kg	14,15l			7,17l
			1,415l	4,245l	1,415l	1,434
	superficie semée	10,14ha	10,14ha			10,14ha
	quantité épandue/ha	4000kg/ha	1,395l/ha			0,707l/ha
			0,140l/ha	0,419l/ha	0,140l/ha	0,141l/ha

Tableau 13: Quantification des engrais utilisés dans le cadre du Projet Quinoa.

¹⁶ En 2012-2013, le projet s'est étendu à une municipalité supplémentaire (Culpina) et des substances additionnelles ont été utilisées (Coraza (fongicide), Karate (insecticide, uniquement à Culpina), Rendimax (engrais foliaire, uniquement à Culpina), du raticide, du phosphate diamonique 18-46-00 (engrais, pas à Culpina) et de l'urée 46-00-00 (engrais, pas à Culpina)). Ces substances n'ont pas été utilisées en 2011-2012 et ne seront dès lors pas analysées dans ce présent rapport.

Nous n'avons malheureusement pas de données concernant les quantités exactes de fumier épandu à l'hectare mais 4 tonnes par hectare semble être une bonne estimation. Sur l'ensemble du projet, cela fait un total d'un peu plus de 40 tonnes.

2.2.2.4.1.2. Propriétés générales

Fumier

Le fumier provient des animaux appartenant à chaque producteur et leur composition exacte (N/P₂O₆/K₂O) n'est pas connue. Celle-ci dépend notamment de l'espèce, de l'âge de l'animal et de son régime alimentaire. Le tableau ci-dessous nous donne néanmoins des ordres de grandeur :

Fumier	N (kg/t)	P ₂ O ₆ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)
vache	1,67	1,08	0,56
cheval	2,31	1,15	1,3
mouton	3,81	1,63	1,25
lama	3,93	1,32	1,34
porc	3,73	4,52	2,89
poule	6,11	5,21	3,2

Tableau 14: Composition de fumiers (matière sèche) d'origine différente. Avec 10kg/t = 1% (Aldana Castiblanco, 2005).

Nous pouvons constater sur ce tableau que ces différents fumiers présentent des contenus N/P₂O₆/K₂O bien inférieurs à ceux du Crécifol (10/30/10).

Nonylphenol Polyglycol Ether

Relativement peu d'informations ont pu être trouvées sur le nonylphenol polyglycol ether, composé principal du Gomax :

Solubilité dans l'eau à 20°C	oui
Solubilité dans la graisse	oui
Densité	1,05
Stabilité chimique	stable
Biodegradation	86% en 28 jours

Tableau 15: propriétés générales du nonylphenol polyglycol ether (hbchemical.com).

En ce qui concerne les effets toxicologiques aigus du nonylphenol polyglycol ether, mentionnons l'irritation des yeux et de la peau, l'irritation du tractus respiratoire en cas d'inhalation ainsi que des nausées, étourdissements, vomissements et diarrhées en cas d'ingestion (reptox.csst.qc.ca). Des effets sur le système reproducteur (production de spermatozoïdes et développement prénatal) (Hardin et al., 1987) ainsi que des effets mutagènes (Zhang et al., 1987) sont suspectés. Le système d'information du Québec sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) classifie cette substance comme matière toxique ayant d'autres effets toxiques (reptox.csst.qc.ca).

Le nonylphenol polyglycol ether n'est pas enregistré par la FDA (Food and Drugs Administration, Etats-Unis) (hbchemical.com). Ce composé est également appelé nonylphénol éthoxylé. Il s'agit d'un dérivé éthoxylé du nonylphénol (ec.gc.ca).

Le nonylphenol et ses dérivés ont des effets sur le système endocrine ce qui a entraîné des restrictions sur son utilisation en Europe (Carlisle et al., 2009).

2.2.2.4.2. Pesticides

2 fongicides (Acrobat MZ et Ridomil MZ Gold) ont été utilisés pour lutter contre le mildiou et l'insecticide Fastac a été utilisé contre les larves de lépidoptères.

2.2.2.4.2.1. Quantification

		Acrobat MZ		Ridomil MZ Gold		Fastac
	composition	Dimethomorphe 9%	Mancozebe 60%	Metalaxil-M 4%	Mancozebe 64%	Alphacypermethrine 100g/l
Yunchara	quantité appliquée	4,4kg		3,820kg		0,945l
		0,396kg	2,64kg	0,153kg	2,445kg	94,5g
	superficie semée	3,62ha		3,62ha		3,62ha
	quantité appliquée/ha	1,215kg/ha		1,055kg/ha		0,261l/ha
		0,109kg/ha	0,729kg/ha	0,042kg/ha	0,675kg/ha	26,1g/ha
El Puente	quantité appliquée	2,8kg		13,960kg		2,67l
		0,252kg	1,68kg	0,558kg	8,934kg	267g
	superficie semée	6,52ha		6,52ha		3,62ha
	quantité appliquée/ha	0,429kg/ha		2,141kg/ha		0,410l/ha
		0,039kg/ha	0,258kg/ha	0,086kg/ha	1,37kg/ha	41g/ha
Total	quantité appliquée	7,2kg		17,78kg		3,615l
		0,648kg	4,32kg	0,711kg	11,379	361,5g
	superficie semée	10,14ha		10,14ha		10,14ha
	quantité appliquée/ha	0,710kg/ha		1,753kg/ha		0,357l/ha
		0,064kg/ha	0,426kg/ha	0,07kg/ha	1,122kg/ha	35,7g/ha

Tableau 16: Quantification des pesticides utilisés dans le cadre du Projet Quinoa.

2.2.2.4.2.2. Propriétés générales

Pesticides	Acrobat MZ		Ridomil MZ Gold		Fastac
Composition	Dimethomorphe 9%	Mancozebe 60%	Metalaxil-M 4%	Mancozebe 64%	Alphacypermethrine 100g/l
Groupe de substances	Morpholine	Dithiocarbamate	Phenylamide		Pyrethroïde
Formule brute	C ₂₁ H ₂₂ ClNO ₄	(C ₄ H ₆ MnN ₂ S ₄)x(Zn)y	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄		C ₂₂ H ₁₉ Cl ₂ NO ₃
Poids moléculaire (g/mol)	387,86	271,3	279,33		416,3
Volatilité à 25°C	Non volatil	Non volatil	Non volatil		Non volatil

Tableau 17: Informations et propriétés générales des pesticides utilisés dans le cadre du Projet Quinoa (Pesticide Properties Database (PPDB): <http://sitem.herts.ac.uk/>).

Acrobat MZ

- **Dimethomorphe**

Fongicide efficace contre les oomycètes attaquant les vignes, les tomates et d'autres cultures.

Mode d'action : Systémique. Inhibiteur de synthèse lipidique.

Effets sur l'être humain: Irritation des yeux, de la peau et du tractus respiratoire

Classement toxicologique selon l'OMS: légèrement dangereux

- **Mancozebe**

Fongicide efficace contre de nombreux pathogènes, notamment le mildiou et la gale de la tomate et d'autres cultures.

Mode d'action : Large spectre. Non systémique. Agit sur le métabolisme lipidique.

Effets sur l'être humain: Effets cancérigènes, effets sur le développement, sur la reproduction, irritation du tractus respiratoire et des yeux

Classement toxicologique selon l'OMS: Peu susceptible de présenter un danger aigu

Ridomil MZ Gold

- **Metalaxil-M**

Fongicide efficace contre les Peronosporales du sol et transportés par l'air.

Mode d'action : Systémique. Agit en empêchant la formation de sporanges, la croissance mycélaire et l'établissement de nouvelles infections.

Effets sur l'être humain: Irritation de la peau et des yeux

Classement toxicologique selon l'OMS: Dangersité modérée

- **Mancozebe**

Fastac

- **Alphacypermethrine**

Insecticide efficace contre les insectes masticateurs et suceurs d'une grande variété de cultures.

Mode d'action : Non systémique. Agit sur les modulateurs des canaux à sodium.

Effets sur l'être humain: Irritation de la peau et du tractus respiratoire

Classement toxicologique selon l'OMS: Dangersité modérée

(Pesticide Properties Database (PPDB): <http://sitem.herts.ac.uk/>)

2.2.2.4.3. Eau

Une enquête auprès des producteurs a été entamée afin de déterminer la quantité d'eau utilisée pour l'irrigation des parcelles de quinoa mais il s'avère que la grande majorité des producteurs n'en a aucune idée. La plupart des producteurs, qui pratiquent la polyculture, irriguent leurs différentes parcelles via un système d'irrigation traditionnel par gravité. Ce système peut être canalisé (avec un revêtement en ciment) ou non. Les sources d'eau sont diverses: rivière, petit barrage, étang,...L'accès à l'eau d'irrigation est généralement donné "chacun à son tour". Selon les communautés, chaque agriculteur a droit à l'eau d'irrigation tous les 15, 20, 30 jours. L'eau acheminée sur la propriété est dirigée par gravité vers les différentes parcelles et la quantité d'eau allouée à chaque parcelle est inconnue.

Dans la municipalité de Yunchará, sur les 11 producteurs ayant semé, 8 ont des possibilités d'irrigation faible à modérée de leur parcelle, toutes par gravité. Les 3 autres producteurs n'ont pas de possibilité d'irrigation.

Dans la municipalité de El Puente, sur les 23 producteurs ayant semé, 19 ont des possibilités d'irrigation faible à modérée de leur parcelle, toutes par gravité. Les 4 autres producteurs n'ont pas de possibilité d'irrigation.

2.2.2.4.4. Véhicules à moteur

2 types de véhicules à moteur ont été utilisés dans le cadre du projet: le tracteur et le véhicule utilisé par l'équipe technique pour se déplacer.

Tracteur

Le tracteur a été utilisé pour l'étape de semis des parcelles de plus de 0,25ha.

Dans la municipalité de Yunchará, 1,93ha sur les 3,62ha du projet ont été semés à l'aide du tracteur, soit 2 parcelles sur 11.

Dans la municipalité de El Puente, 5,2ha sur les 6,52ha du projet ont été semés à l'aide du tracteur, soit 14 parcelles sur 23.

Il a été calculé que le tracteur a consommé un peu moins de 8l de diesel pour le semis à El Puente et Yunchará.

Les 14 parcelles de la municipalité de El Puente ont été semées avec un tracteur de El Puente. Une des deux parcelles de la municipalité de Yunchará a été semée avec un tracteur de El Puente. L'aller-retour entre El Puente et Yunchará fait approximativement 80km. La distance parcourue pour passer de parcelle à parcelle sur le territoire de El Puente est estimée à 40km. Celle sur le territoire de Yunchará est estimée à 60km. Cela fait une distance hors-champ parcourue de 180km, soit une consommation hors-champ de 12l.

En conclusion, la consommation totale du tracteur est estimée à 20l de diesel.

Vehicule du Projet

Pour l'ensemble de la campagne 2011-2012, le véhicule du projet a consommé environ 1000l de d'essence. Cela inclut les aller-retour entre Tarija (où se situe le bureau de l'ONG) et El Puente ou Yunchará ainsi que les déplacements entre parcelles.

2.2.2.5. Influence potentielle du Projet Quinoa sur l'environnement

2.2.2.5.1. Eau de surface et souterraine

2.2.2.5.1.1. Quantité

L'irrigation des cultures peut potentiellement avoir des effets sur les réserves en eau de surface et souterraine. Cependant, la quinoa n'est pas une culture exigeante en eau. Elle l'est moins que les autres cultures andines traditionnelles comme les pommes de terre ou les fèves par exemple. Lorsque les producteurs ont la possibilité d'irriguer leurs parcelles, la quantité d'eau allouée aux parcelles de quinoa ne représente qu'une petite partie de la totalité de l'eau d'irrigation.

	Température idéale (°C)	Besoins en eau (m ³ /ha)
Quinoa	9 à 16	3000 à 5000
Pommes-de-terre	6 à 14	6000 à 7000
Fèves	5 à 16	8000 à 10 000

Tableau 18: Besoins en eau de 3 cultures andines traditionnelles. 1000m³ correspondent à des précipitations de 100mm par cycle agricole (FAO et al.,2008).

Avec des précipitations annuelles entre 400 et 600mm dans la zone du projet (cfr. point 2.2.2.1.2.4.1.), nous voyons via ce tableau que les cultures de quinoa n'ont pas vraiment besoin d'irrigation complémentaire, sauf peut-être lors des deux phases critiques que sont les 30 premiers jours après émergence et juste avant la floraison. Quoi qu'il en soit la quantité d'eau d'irrigation ne devrait pas avoir d'influence négative sur les réserves en eau souterraine et de surface.

2.2.2.5.1.2. Qualité

A notre connaissance, aucune étude sur la qualité (physico-chimique et/ou biologique) des eaux de surface des municipalités de El Puente et Yunchará n'a été réalisée pour le moment. Nous n'avons également pas pu trouver de données sur les eaux souterraines.

Les engrais et pesticides appliqués en trop grande quantité par rapport aux besoins des plantes et à la capacité de rétention des sols (qui dépend notamment de sa texture) polluent les eaux souterraines (en s'infiltrant dans le sol avec l'eau de pluie et d'arrosage) et de surface (en ruissellant ou via l'érosion hydrique) (aquawal.be).

Engrais

L'emploi excessif d'engrais fait sensiblement augmenter la quantité de nitrates et de phosphates dans les rivières (aquawal.be), ce qui entraîne un déséquilibre biologique : les macrophytes, les

algues et le phytoplancton prolifèrent et consomment l'oxygène des masses d'eau, entraînant leur hypoxie, ce qui résulte en la mort des organismes aquatiques comme les poissons par exemple et donc en une perte de la biodiversité (fao.org). Ce phénomène est appelé **eutrophisation des eaux**.

Le phosphore, principalement présent sous forme de phosphate, n'est pas aussi soluble que l'azote. Les eaux souterraines, qui sont une source importante d'eau potable à travers le monde, sont donc surtout polluées par les nitrates. Dans certains cas, suivant les normes actuelles de l'OMS (50mg par litre), il arrive que leur pollution rende l'eau impropre à la consommation (FAO/ECE, 1991 ; cnrs.fr).

Bien que difficile à quantifier et variable d'un pays à l'autre, l'agriculture joue un rôle important dans l'eutrophisation des eaux de surface et la contamination des eaux souterraines (FAO/ECE, 1991).

Il est difficile d'estimer l'impact que pourrait avoir sur la qualité de l'eau les engrais utilisés dans le cadre du projet. Un peu plus de 14l de Crecifol (engrais foliaire) a été distribué par l'équipe technique sur les territoires de El Puente et Yunchará (soit sur 10,14ha). Cela ne semble pas énorme. De plus il a été recommandé d'appliquer cet engrais par temps sec afin de laisser aux plantes le temps d'incorporer l'engrais et de limiter ainsi les risques d'infiltration et/ou de ruissellement. Par contre, des quantités beaucoup plus importantes de fumier ont été épandues lors des semis (environ 4 tonnes/ha). Pour les cultures de quinoa, la FAO et al. (2008) recommande un épandage de fond de 8 à 12 tonnes/ha de fumier d'origine bovine ou 6 tonnes/ha de fumier de volaille. La fondation Proinpa (2011) recommande l'épandage de 1,5 à 5 tonnes de compost en production biologique de quinoa. La quantité de fumier épandue n'est donc certainement pas supérieure à la quantité recommandée. Notons que le lien entre les apports d'engrais azotés et les quantités de nitrate susceptibles de percoler sous la zone racinaire n'est pas facile à établir. Une des difficultés est de prévoir la vitesse de minéralisation de l'azote organique (Goor et al., 2007).

Afin de déterminer si de l'engrais a été épandu en excès, nous aurions pu réaliser un **bilan d'azote**, pour chaque parcelle par exemple. Cela consiste à quantifier les entrées (engrais épandu) et sorties (azote contenu par les plantes) en azote pour chaque parcelle. La différence est l'azote qui n'a pas été assimilé par les plantes et qui se retrouve dans les trois compartiments que sont l'eau, le sol ou l'atmosphère. Nous avons estimé qu'il n'y avait pas d'intérêt particulier à réaliser un bilan d'azote étant donné que les quantités exactes et surtout la composition du fumier épandu sont inconnues.

Pesticides et composés synthétiques

Pesticides	Acrobat MZ		Ridomil MZ Gold		Fastac	Gomax
Composition	Dimethomorphe 9%	Mancozebe 60%	Metalaxil-M 4%	Mancozebe 64%	Alphacypermethrine 100g/l	Nonylphenol 20%
Densité (g/ml)	1,32	1,98	1,2		1,33	
Solubilité dans l'eau à 20°C	Faible	Faible	Elevé		Faible	Faible
Persistance par photolyse dans l'eau à 20°C et à pH7 (tps ½ vie)	Persistant	Persistant	Persistant		/	
Persistance par hydrolyse dans l'eau à 20°C et à pH7 (tps ½ vie)	Modéré	Non persistant	Persistant		Persistant	
Vitesse de dégradation dans les sédiments	Modéré	Rapide	Modéré		Rapide	

Tableau 19: Propriétés et comportements des pesticides dans l'eau. Tableau réalisé sur base des informations contenues dans la Pesticide Properties DataBase (PPDB) de l'Université de Hertfordshire.

- **Dimethomorphe**

Le dimethomorphe est adsorbé aux sédiments et solides en suspension de l'eau. Les probabilités de volatilisation à partir de la surface de l'eau et l'hydrolyse sont très faibles (toxnet.nlm.nih.gov).

- **Mancozebe**

Le mancozebe est adsorbé aux sédiments et solides en suspension de l'eau. La probabilité de volatilisation à partir de la surface de l'eau est très faible (toxnet.nlm.nih.gov). Suite à son hydrolyse, à pH 5-9 le mancozebe a une durée de demi-vie dans l'eau de 1 à 2 jours, ce qui fait également de cette substance un polluant potentiel (U.S. Environmental Protection Agency, 1987).

- **Metalaxil-M**

A pH 5-9 et à des températures de 20 à 30°C, la demi-vie du metalaxil-M dans l'eau est supérieure à 4 semaines. L'exposition au soleil réduit néanmoins sa demi-vie à une semaine, suite à la photolyse. La probabilité de volatilisation à partir de la surface de l'eau est très faible. Le metalaxil-M est peu adsorbé aux sédiments et solides en suspension de l'eau et est fortement soluble dans l'eau. Ces propriétés, combinées à sa persistance importante suite à sa résistance à l'hydrolyse, lui donnent un potentiel important de contamination des eaux souterraines (toxnet.nlm.nih.gov ; extoxnet.orst.edu/pips/).

- **Alphacypermethrine**

L'alphacypermethrine est adsorbé aux sédiments et solides en suspension de l'eau. Ce composé présente une tendance importante à la volatilisation à partir de la surface de l'eau. Les durées de demi-vie estimées pour la volatilisation sont de 8 et 65 jours, respectivement dans un modèle rivière et un modèle lac. La volatilisation est néanmoins limitée par l'adsorption aux particules de la colonne d'eau. L'alphacypermethrine est sensible à la photolyse mais très peu à l'hydrolyse puisque ses durées de demi-vie estimées pour l'hydrolyse sont de 36 et 4 ans à pH 7 et 8 respectivement (toxnet.nlm.nih.gov).

- **Nonylphénol Polyglycol Ether**

Contrairement aux plus grands oligomères, le nonylphénol et le mono- et diethoxylate nonylphenol sont adsorbés aux sédiments et solides en suspension de l'eau. Des études sur la biodégradation aérobie indiquent une biodégradation primaire rapide en diethoxylate de nonylphenol et ethoxylate de nonylphenol (68% à 91% de dégradation en 8-21 jours) dans les sols et l'eau. Les probabilités de volatilisation à partir de la surface de l'eau et l'hydrolyse sont très faibles (toxnet.nlm.nih.gov).

2.2.2.5.2. Sols

Il existe un grand nombre de types de dégradation des sols. Nous n'aborderons dans ce chapitre que ceux qui pourraient potentiellement intervenir dans le cadre du Projet Quinoa.

2.2.2.5.2.1. Erosion

L'érosion est l'un des principaux types de dégradation des sols. Lors de processus d'érosion d'intensité importante, aux conséquences négatives en termes de productivité des parcelles, d'ordre

social et économique au niveau des endroits où a lieu la perte de sol, nous pouvons ajouter les conséquences négatives qui ont lieu aux endroits où ont lieu la déposition des sols. Celles-ci sont multiples: colmatation de barrages, détérioration des infrastructures, augmentation des coûts des services d'eau potable, déséquilibres hydrologiques etc. Les grands types d'érosion sont l'érosion éolienne, l'érosion hydrique (par l'énergie cinétique des gouttes de pluie frappant le sol et par ruissellement) et l'érosion animale. A titre indicatif, en France, 40 tonnes de sol sont perdus en moyenne par hectare et par an suite à l'érosion des sols (Bourguignon, 2006).

Certaines pratiques culturales inadaptées peuvent favoriser l'érosion des sols. Le labour et l'arrachage des plants lors de la récolte favorise l'**érosion éolienne**. Le Projet Quinoa préconise de couper les panicules de grains et de laisser les racines en terre jusqu'au prochain cycle agricole. Cela permet de couper les vents et de stabiliser la terre, diminuant ainsi l'érosion éolienne.

Sur des parcelles en pente, le labour parallèle à la pente favorise l'**érosion hydrique** par ruissellement. Les parcelles du projet ont été labourées parallèlement à la pente afin de permettre l'irrigation par gravité. Cependant toutes les parcelles du projet se situent dans la vallée et par conséquent présentent des pentes très faibles voir nulles. Le risque d'érosion hydrique par ruissellement sur les parcelles du projet est donc très faible. 10,2% du territoire de El Puente et 49,3% du territoire de Yunchará présente un risque faible d'érosion hydrique. La plupart des parcelles du projet sont situées dans cette zone¹⁷.

Risque	Superficie (km ²)	%
Très élevé	1107,1	55,8
Elevé	489,5	24,6
Modéré	187	9,4
Faible	202,2	10,2
Total	1985,8	100

Tableau 20: Risque d'érosion hydrique dans la municipalité de El Puente

Risque	Superficie (km ²)	%
Très élevé	354	20
Elevé	168	9,5
Modéré	361	20,4
Faible	872	49,3
Masse d'eau	13	0,7
Total	1768	100

Tableau 21: Risque d'érosion hydrique dans la municipalité de Yunchará

Ce risque est déterminé principalement par la géographie (les pentes) et la couverture végétale. L'érosion hydrique par ruissellement est d'autant plus forte que les pentes sont importantes et que la couverture végétale est faible (la végétation absorbe l'eau de ruissellement) et l'érosion hydrique par énergie cinétique est d'autant plus forte que la couverture végétale est faible, la couverture végétale représentant une protection des sols contre les impacts des gouttes de pluie.

(Gobierno Municipal de El Puente, 2008 ; Gobierno Municipal de Yunchará, 2008)

2.2.2.5.2.2. Diminution de matière organique

La diminution de matière organique dans les sols peut résulter du non-respect de la fréquence minimale de repos des terres, d'un apport insuffisant en matières organiques, de la rotation inadéquate des cultures et/ou d'un labour trop profond.

¹⁷ Cfr. Plan des risques d'érosion hydrique de la municipalité de El Puente en annexe 9

La **rotation des cultures** peut servir à rompre le cycle de reproduction et l'installation des parasites et donc à limiter les traitements phytosanitaires, mais aussi à limiter l'épuisement du sol et prévoir sa régénération en nutriments. Pour rappel, voici la rotation préconisée dans le cadre du Projet Quinoa:

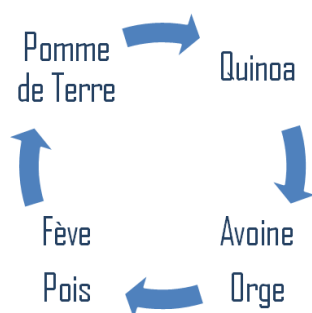


Image 20: Rotation préconisée dans le cadre du projet.

Une des règles importantes à respecter pour la rotation des cultures est de tenir compte des exigences en engrais des cultures, surtout vis-à-vis de l'azote. On part des cultures les plus gourmandes en nutriments aux cultures régénérant le sol (légumineuses et engrais verts). La rotation préconisée par le projet respecte cette règle fondamentale. La pomme de terre est un légume racine exigeant en nutriments, la quinoa n'a pas besoin de sols riches et a une forte capacité d'absorption de l'azote des sols, l'avoine et l'orge sont considérés comme des engrais verts car ils améliorent le sol par son enrichissement en humus voire en azote et enfin les fèves et les pois sont des légumineuses, des légumes peu gourmands qui enrichissent le sol en azote via leur symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote (rhizobium).

Le Projet Quinoa préconise, pour les producteurs qui peuvent se le permettre, une **période de repos** des terres mais il ne propose pas de durée ou fréquence de repos. Il s'avère que toutes les parcelles du projet font moins d'un hectare chacune et que la grande majorité des producteurs ne peut se permettre de faire reposer les terres par manque de ressources foncières.

Comme nous l'avons vu au point 2.2.2.5.1.1., les **engrais** ne semblent pas avoir été épandus en excès.

Le Projet Quinoa n'émet pas de recommandations particulières concernant la **profondeur du labour**.

En conclusion, le Projet Quinoa conseille la tenue d'une rotation des cultures et d'une période de repos ainsi que l'épandage d'engrais mais il ne contrôle aucun des quatre facteurs pouvant influencer la quantité de matière organique dans les sols. Le choix est laissé au producteur de respecter ou pas ces consignes. Il n'y a donc aucun contrôle sur la fertilité des sols. Celle-ci pourrait potentiellement être menacée.

2.2.2.5.2.3. Pollution

Les mécanismes impliqués dans le devenir des contaminants du sol et leur transfert vers les masses d'eau (de surface ou souterraines) sont assez complexes. On distingue d'une part, la lixiviation du nitrate et de certains pesticides solubles (et leurs métabolites) à partir de la zone racinaire vers les nappes d'eau souterraine et les eaux de surface, et d'autre part, le déplacement à la surface du sol d'éléments (phosphore, pesticides et métabolites) fixés sur des particules de sol érodées (minérales

ou organiques). Outre le transfert des contaminants via la surface du sol, le transfert des solutés au sein du milieu poreux s'effectue en premier lieu dans la zone du sol et du sous-sol dite «non saturée en eau» (ou zone vadose), qui se divise en deux parties : la zone racinaire et le substrat sous-jacent jusqu'à la nappe d'eau souterraine proprement dite (dans laquelle s'effectue également un transfert vers les eaux de surface). Chacune de ces parties est caractérisée par une dynamique spécifique de flux d'eau et de solutés. L'échelle la plus cohérente pour une analyse intégrée des différents flux est celle du bassin versant hydrographique. Outre la difficulté de prévoir les temps de transfert, un déphasage (parfois de plusieurs années) existe entre le mouvement de l'eau et celui des contaminants dans la zone vadose, à cause des processus dispersifs et d'eau «mobile-immobile», sans oublier les processus d'adsorption-désorption sur les particules de sol pour les pesticides. La quantification des transferts de contaminants dans le sol nécessite par conséquent le recours fréquent à la modélisation (Goor et al., 2007).

Engrais

Le recours en excès aux engrais azotés peut entraîner l'**acidification des sols** via la libération de protons H^+ lors du cycle de l'azote. Lorsque les sols deviennent très acides, les métaux toxiques qu'ils contiennent, comme l'aluminium (Al) ou le manganèse (Mn), se solubilisent et deviennent mobiles. Ils peuvent alors contaminer les ressources en eau (Guo et al., 2010).

Pesticides et composés synthétiques

Pesticides	Acrobat MZ		Ridomil MZ Gold		Fastac	Gomax
Composition	Dimethomorphe 9%	Mancozebe 60%	Metalaxil-M 4%	Mancozebe 64%	Alphacypermethrine 100g/l	Nonylphenol 20%
Persistance dans les sols à 20°C (tps ½ vie)	Modéré	Non persistant	Modéré		Modéré	
Mobilité dans les sols	Modéré	Faible	Modéré		Non mobile	Non mobile

Tableau 22: Propriétés et comportements des pesticides dans les sols. Tableau réalisé sur base des informations contenues dans la Pesticide Properties DataBase (PPDB) de l'Université de Hertfordshire.

- **Dimethomorphe**

Le dimethomorphe présente une mobilité faible à nulle dans les sols. Sa volatilisation à partir de la surface humide des sols est très peu probable.

- **Mancozebe**

Le mancozebe présente une mobilité faible à modérée dans les sols. Sa volatilisation à partir de la surface humide des sols est très peu probable. Suite à sa biodégradation aérobie, la durée de demi-vie du mancozebe dans les sols est de moins de 2 jours.

- **Metalaxyl**

Le metalaxyl présente une mobilité modérée à très élevée dans les sols. Sa volatilisation à partir de la surface humide des sols est très peu probable. Le metalaxyl est biodégradé rapidement par voie aérobie avec une durée de demi-vie de 15 à 40 jours suivant les études.

- **Alphacypermethrine**

L'alphacypermethrine est fortement adsorbée sur les particules de sol, ce qui explique que ce composé ne soit pas mobile. Il présente une forte tendance à la volatilisation à partir de la surface humide des sols bien que cette tendance soit freinée par l'adsorption aux particules de sol. Bien que peu de données soient disponibles concernant la biodégradation de l'alphacypermethrine, son appartenance à la classe des insecticides pyrethroides et sa structure indiquent une biodégradation rapide. L'alphacypermethrine n'est que modérément persistante dans les sols. Selon les études de laboratoire de métabolisme de sol, l'alphacypermethrine a une durée de demi-vie à 20-25°C de 7 à 14 jours ou de 20 jours à 24 semaines. Les résidus dans les sols résultant de leur application en quantités recommandées ne devraient pas être transférés aux cultures ultérieures. (van Heemstra-Lequin & van Esch, 1992).

- **Nonylphénol Polyglycol Ether**

Le nonylphénol polyglycol ether présente une mobilité faible à nulle dans les sols. Sa volatilisation à partir de la surface humide ou sèche des sols est très peu probable. Des études sur la biodégradation aérobie indiquent une biodégradation primaire rapide en diethoxylate de nonylphenol et ethoxylate de nonylphenol (68% à 91% de dégradation en 8-21 jours) dans les les sols et l'eau.

(toxnet.nlm.nih.gov)

Carburants

Des accidents lors du remplissage du réservoir peuvent entraîner une pollution locale du sol au diesel. Le cas échéant la pollution resterait toutefois très limitée.

2.2.2.5.2.4. Autres types de dégradation

- Le **tassement et l'asphyxie** des sols: Peuvent être provoqués par le passage répété d'engins agricoles lourds. Le passage en conditions trop humides augmente le risque. La compaction entraîne une réduction du volume d'air contenu dans les sols rendant l'échange d'air entre le sol et la racine plus difficile. De plus, la compaction des sols empêche l'eau de pénétrer rapidement dans le sol lors des pluies ce qui favorise le ruissellement et donc l'érosion.
- La **déstructuration** du sol par la destruction de l'humus et des complexes argilo-humiques: Peut être provoqué par le labour qui enfouit et détruit les couches supérieures vivantes du sol, ou par un travail excessif (trop intensif ou trop fréquent) du sol.
- La **salinisation** des sols : Peuvent être induits par l'irrigation non raisonnée des parcelles.

Dans le cadre du Projet Quinoa, le labour traditionnel (avec animaux de trait) est généralement privilégié tandis que peu d'eau est disponible pour l'irrigation. Le risque que ces types de dégradation du sol aient lieu suite aux activités réalisées dans le cadre du projet est quasi nul.

2.2.2.5.3. Air

A titre d'information, en France l'agriculture représentait 19,4% des émissions de gaz à effets de serre en 2003, se plaçant en troisième position derrière les secteurs du transport et de l'industrie

(sans compter le transport de produits agricoles et la fabrication d'engrais) (Réseau Action Climat-France, 2005).

2.2.2.5.3.1. Emissions directes

Véhicules à moteur

Les véhicules à moteur utilisés dans le cadre du projet émettent des gaz à effet de serre. Le tracteur utilisé pour le semis mécanique et le véhicule du projet utilisé pour se déplacer de parcelle à parcelle pendant toute la campagne consomment ensemble environ 1020l de carburant (environ 1000l d'essence et 20l de diesel). Il semble peu probable que ce volume de carburant utilisé ait un impact, même limité, sur le climat.

Pesticides et composés synthétiques

- **Dimethomorphe**

Dans l'atmosphère le dimethomorphe n'existe que sous la forme particulaire. Les particules finissent par quitter le compartiment atmosphérique via la formation de dépôts. Le dimethomorphe contient des chromophores absorbant les longueurs d'ondes supérieures à 290nm et est dès lors sujet à la photolyse directe par le rayonnement solaire.

- **Mancozebe**

Dans l'atmosphère le mancozebe n'existe que sous la forme particulaire. Les particules finissent par quitter le compartiment atmosphérique via la formation de dépôts. Ce composé est fortement sensible à la photolyse et présente une durée de demi-vie dans l'atmosphère de moins de 3 heures.

- **Metalaxyl**

Dans l'atmosphère le metalaxyl existe dans la phase vapeur et dans la phase particulaire. La phase vapeur a une durée de demi-vie de 14 heures. Les particules de la phase particulaire finissent par quitter le compartiment atmosphérique via la formation de dépôts.

- **Alphacypermethrine**

Dans l'atmosphère le metalaxyl existe dans la phase vapeur et dans la phase particulaire. La phase vapeur a une durée de demi-vie comprise entre 18 heures et 49 jours. Les particules de la phase particulaire finissent par quitter le compartiment atmosphérique via la formation de dépôts.

- **Nonylphénol Polyglycol Ether**

De petits oligomères (n=0-2) peuvent exister dans la phase vapeur et particulaire de l'atmosphère. Les plus grands oligomères sont présents uniquement dans la phase particulaire. Les oligomères de la phase particulaire finissent par quitter l'atmosphère via déposition. Le nonylphénol polyglycol ether ne contient pas de chromophores absorbant les longueurs d'ondes supérieures à 290nm et n'est dès lors pas sujet à la photolyse.

(toxnet.nlm.nih.gov)

Engrais organiques

Après épandage, les engrais organiques émettent de l'ammoniac (NH_4^+) par volatilisation directe. Les engrais organiques inutilisés émettent des oxydes d'azote, notamment le protoxyde d'azote (N_2O), qui est un puissant gaz à effet de serre, à fort potentiel de réchauffement global et à durée de vie élevée dans l'atmosphère (120 ans) (Réseau Action Climat - France, 2005 ; ec.europa.eu/agriculture/envir/).

2.2.2.5.3.2. Emissions indirectes

Les émissions indirectes par la consommation des combustibles fossiles pour la synthèse des engrais minéraux, pesticides et composés synthétiques utilisés dans le cadre du projet doivent également être pris en compte.

2.2.2.5.4. Biodiversité

La biodiversité des sols a été longtemps ignorée, au détriment parfois de la biodiversité aérienne et aquatique. Cela est dû au fait que l'agriculture conventionnelle considère souvent le sol comme une masse inerte, alors qu'il contient la majorité de la vie dans nos écosystèmes. Sur trente centimètres d'épaisseur, il concentre 80 % des êtres vivants de la planète. Les vers de terre, à eux seuls, pèsent plus lourd que tous les autres animaux du monde réunis. Mais les sols abritent aussi des bactéries, des champignons et une myriade d'organismes qui se nourrissent de la matière organique (Bourguignon, 2006).

Un sol vivant est naturellement stabilisé par les mécanismes biologiques qu'il abrite, et de ce fait est peu érodé par l'eau qui le traverse. Les champignons et en particulier leur mycélium ainsi que les déjections des vers de terre, forment en liant le minéral et le vivant, des macro-structures aérées, qui absorbent l'eau au lieu de la laisser ruisseler et sont particulièrement résistantes à l'érosion causée par le ruissellement (Bourguignon & Bourguignon, 2008).

La perte de biodiversité du sol est notable dans les zones cultivées intensivement. L'utilisation de pesticides peut tuer les vers de terre, les acariens... qui participent à la vie du sol. La terre retournée par le labour ainsi que la faune qu'elle contient peut être littéralement brûlée par l'exposition au soleil ou au contraire être éliminée par compaction et manque d'oxygène (Bourguignon, 2006).

Pesticides et composés synthétiques

Le tableau suivant recense les résultats obtenus par de nombreuses études sur le potentiel de bioconcentration et de bioaccumulation des pesticides et composés synthétiques utilisés dans le cadre du Projet Quinoa ainsi que sur leur toxicité sur de nombreux organismes aériens, aquatiques et édaphiques.

Pesticides	Acrobat MZ		Ridomil MZ Gold		Fastac	Gomax
Composition	Dimethomorphe 9%	Mancozebe 60%	Metalaxil-M 4%	Mancozebe 64%	Alphacypermethrine 100g/l	Nonylphenol 20%
Potentiel de bioconcentration	/	Faible	Faible		Elevé	Elevé
Potentiel de bioaccumulation	Faible	Faible	Faible		Elevé	Elevé
Mammifères - Toxicité aiguë par voie orale (LD ₅₀)	Faible	Faible	Modéré		Elevé	Modéré
Mammifères - Toxicité à court terme (NOEL)	Elevé	/	Elevé		Elevé	/
Oiseaux - Toxicité aiguë par voie orale (LD ₅₀)	Modéré	Modéré	Modéré		Faible	/
Poissons - Toxicité aiguë après 96 heures (LC ₅₀)	Modéré	Elevé	Modéré		Elevé	Modéré
Invertébrés aquatiques - Toxicité aiguë après 48 heures (EC ₅₀)	Modéré	Elevé	Modéré		Elevé	Modéré
Crustacés aquatiques - Toxicité aiguë après 96 heures (LC ₅₀)	Modéré	/	Modéré		/	/
Plantes aquatiques - Toxicité aiguë après 7 jour (EC ₅₀ , biomasse)	/	/	Faible		/	/
Algues - Toxicité aiguë après 72 heures (EC ₅₀ , croissance)	Faible	Modéré	Faible		Modéré	/
Algues - Toxicité chronique après 96 heures (NOEC, croissance)	Faible	/	Faible		/	/
Abeilles - Toxicité aiguë après 48 heures (LD ₅₀)	Modéré	Faible	Faible		Elevé	/
Lombrics - Toxicité aiguë après 14 jours (LC ₅₀)	Modéré	Modéré	Modéré		Modéré	/
Lombrics - Toxicité chronique après 14 jours (NOEC, reproduction)	Modéré	Modéré	/		/	/

Tableau 23: Propriétés toxicologiques et écotoxicologiques des pesticides. Lexique: LD₅₀ = dose létale pour 50% des individus ; NOEL = niveau sans effet observé ; LC₅₀ = concentration létale pour 50% des individus ; EC₅₀ = concentration efficace pour 50% des individus ; NOEC = concentration sans effet observé. Tableau réalisé sur base des informations contenues dans la Pesticide Properties DataBase (PPDB) de l'Université de Hertfordshire.

Les potentiels de **bioaccumulation** et de **bioconcentration** sont deux facteurs essentiels au moment d'évaluer la toxicité de composés.

La bioaccumulation est l'absorption d'un contaminant et son accumulation dans les tissus d'un organisme vivant. Le contaminant peut être absorbé directement à partir du milieu (eau, air, sol) ou par la consommation de proies contaminées. La bioconcentration est l'absorption d'un contaminant à partir du milieu ambiant et son accumulation à une concentration supérieure à celle présente dans l'environnement.

Les contaminants relâchés dans l'environnement, comme des pesticides ou des métaux lourds, peuvent s'accumuler dans les écosystèmes et nuire à la santé des organismes vivants dans ce milieu. Ces substances potentiellement toxiques sont absorbées par les organismes et s'accumulent dans les tissus (surtout les graisses). Le simple fait de vivre dans un milieu pollué, dans un cours d'eau ayant une haute teneur en pesticides par exemple, peut être fatal pour les organismes.

A la bioaccumulation et la bioconcentration, ajoutons un 3^{ème} facteur d'importance : le potentiel de bioamplification. La **bioamplification** est le phénomène où les contaminants s'accumulent dans les organismes à la suite de l'ingestion d'espèces du niveau trophique précédent.

Dans un milieu contaminé, tous les niveaux trophiques sont affectés. Les producteurs, puisant les nutriments nécessaires à la transformation de la matière inorganique en matière organique, vont également accumuler les contaminants présents dans leur milieu. Les consommateurs primaires, en plus d'absorber les contaminants en vivant dans un milieu pollué, vont aussi accumuler les polluants que les producteurs avaient eux-mêmes absorbés. Il en va de même pour les consommateurs secondaires et tertiaires, tous accumulant les contaminants absorbés précédemment par leurs proies. Ce phénomène fait que souvent les individus au sommet de la chaîne alimentaire, comme les gros poissons, les oiseaux de proie et les mammifères carnivores possèdent une concentration de contaminants qui dépasse le seuil de toxicité.

La bioamplification dépend directement de la biopersistance du polluant. Au plus un polluant est biodégradable, au moins il y aura de bioamplification.

La **toxicité** est la capacité intrinsèque d'une substance à produire des effets délétères (toxiques) dans des conditions d'administration définies (espèce, voie d'administration, sexe,...). Le **risque** est la probabilité que les effets toxiques surviennent dans un contexte particulier. Le risque qu'un polluant présente sur un organisme dépend de sa toxicité et de l'exposition de l'organisme au polluant. C'est le principe énoncé par Paracelse au XVIème siècle : « La dose fait le poison ». Un polluant hautement toxique ne présente aucun risque pour un organisme si celui-ci est directement biodégradé car dans ce cas il y a absence d'exposition (la dose est nulle). Ainsi l'eau peut par exemple représenter un risque important pour un organisme. Il s'agit d'une substance considérée comme très peu toxique mais consommée en quantités extrêmement importantes elle peut entraîner la mort (Bernard, 2011).

Aucun des constituants des pesticides utilisés dans le cadre du Projet Quinoa n'est mentionné dans l'annexe VI du Règlement CEE 2092/91 concernant les produits autorisés en agriculture biologique. Les constituants des fongicides Acrobat MZ et Ridomil MZ Gold présentent un potentiel de bioaccumulation et de bioconcentration faible mais chacun de ces constituants présente une toxicité élevée pour au moins un test de toxicité mentionné dans la littérature. L'alphacypermethrine et le nonylphenol, constituants principaux du Fastac et du Gomax respectivement, ont tous deux un potentiel de bioaccumulation et de bioconcentration élevé ainsi qu'une toxicité modérée ou élevée pour la majorité des tests de toxicité mentionnés dans la littérature.

Bien qu'utilisés en quantités réduites, chacun des pesticides et composés synthétiques utilisés dans le cadre du Projet Quinoa présente un impact potentiel sur l'environnement. Surtout le Fastac et le Gomax. Il est nécessaire d'avoir recours à des alternatives biologiques.

Engrais

Bien que ce soit encore relativement peu étudié, certaines études ont mis en évidence que les engrais peuvent affecter la structure des communautés bactériennes édaphiques (Calbrix, 2005 ; Wu et al., 2012 ; fao.org).

L'eutrophisation des eaux est un phénomène bien connu, mais il est souvent ignoré que l'**eutrophisation des sols** existe elle aussi. Du fait de l'agriculture, les sols peuvent être suralimentés. On trouve ainsi des prairies que des fumures excessives ont enrichies à l'excès en azote et en potasse. Cela entraîne une prolifération des végétaux mais le milieu étouffe rapidement car les ressources en lumière ne sont plus disponibles en quantité suffisantes en dessous de la frondaison et les plantes à croissance lente disparaissent. Comparées à des prairies normales, la diversité botanique y est plus pauvre (Hautier et al., 2009). De manière générale, l'eutrophisation se traduit par la prolifération d'espèces dites nitrophiles comme l'ortie dioïque (*Urtica dioica*) ou le sureau noir (*Sambucus nigra*) en Belgique.

Les engrais chimiques azotés sont interdits en agriculture biologique. Le Crecifol est par conséquent interdit.

2.2.2.6. Proposition d'amélioration du paquet technologique

A terme, le but principal du projet quinoa devrait être d'assurer la sécurité économique et alimentaire des personnes dans la zone d'influence du projet tout en préservant l'environnement via production biologique de quinoa.

Le projet quinoa se base actuellement sur des normes « amicales pour l'environnement ». Cela ne signifie pas que les cultures actuelles de quinoa n'ont aucun impact sur l'environnement. Selon moi, à terme, le but devrait être de produire de la quinoa biologique. Dans un contexte de plus en plus globalisé de développement durable, il est important d'avoir une vision à long terme en ce qui concerne la production agricole et la protection de l'environnement.

Il faut cependant signaler ici qu'il est généralement observé que la production biologique présente des rendements inférieurs à la production conventionnelle. A titre d'exemple, Jason Abbott, qui s'est lancé dans la culture de quinoa en Anjou (France) en 2009 a obtenu des rendements en 2010 beaucoup plus élevés en production conventionnelle (750kg/ha) qu'en production biologique (350kg/ha) (Grandes Cultures, mai 2010). De nombreuses sources affirment par contre que la production biologique présente une efficacité énergétique supérieure à la production conventionnelle (Lansink et al., 2002 ; IFOAM, 2006). Pour une même quantité d'énergie investie, plus d'énergie est récoltée en production biologique qu'en production conventionnelle. Cela est dû en grande partie au fait que la production biologique est beaucoup moins demandeuse en énergie. Tant pour les rendements que pour l'efficacité énergétique, il convient néanmoins de rester prudent au moment d'extrapoler les résultats d'études de cas particuliers à l'échelle des agro-systèmes.

2.2.2.6.1. Engrais

Types d'engrais

Je recommande l'usage d'engrais organiques et de compléments minéraux permis en agriculture biologique. La fertilisation se réaliserait par épandage de compost et de *Tricobal*¹⁸ (biofertilisant, promoteur de croissance, biofongicide, activateur de la résistance systémique des plantes) au moment du semis et par l'application d'engrais foliaires aux moments critiques de développement phénologique des cultures. Le compost serait réalisé à base de fumier et des résidus végétaux du quinoa avec l'aide d'activateurs ou biodégradeurs de matières organiques comme *Terrabiosa* ou *Biograd* (Proinpa, 2011).

Pour la campagne 2012-2013, le projet s'est étendu à une 3^{ème} municipalité, Culpina. Dans cette municipalité, seuls des engrais organiques ont été utilisés. En 2012-2013, la productivité des parcelles de Culpina est supérieure à celles de Yunchará et El Puente (480kg/ha contre 300kg/ha et 185kg/ha, respectivement). Bien sûr d'autres facteurs que les engrais influencent la productivité des cultures mais cela indique qu'il est possible d'obtenir une bonne productivité sans engrais minéraux. Pour étudier spécifiquement l'influence des engrais sur la productivité des cultures en un endroit donné, il faudrait cultiver sur une même parcelle deux cultures pour lesquelles le seul paramètre qui varie serait le type d'engrais.

¹⁸ Des explications sur les produits (en italique) sont données en annexe 10.

Avantages

- L'absence d'engrais minéraux réduit les émissions indirectes de protoxyde d'azote (N₂O) et de CO₂ issues de leur fabrication.
- Les engrais organiques améliorent:
 - Les propriétés physiques des sols:
 - Favorisent la stabilité de la structure des agrégats
 - Augmentent la porosité et la perméabilité
 - Augmentent la capacité de rétention de l'eau
 - Les propriétés chimiques des sols:
 - Stabilisent le pH (effet tampon)
 - Augmentent la capacité d'échange cationique
 - Constituent une source et réserve de nutriments
 - L'activité biologique des sols:
 - Constituent le substrat des microorganismes qui contribuent à leur minéralisation
 - Augmentent les populations de microorganismes fixateurs d'azote
 - Restaurent les populations de microorganismes qui solubilisent le phosphore(Jobin & Petit, 2005 ; Proinpa, 2011).
- Le non-recours aux produits de synthèse assure la mise en conformité avec l'agriculture biologique.

Restrictions

- La composition du fumier ou lisier fluctue et ne peut être connue avec précision. Cela pose 2 problèmes :
 1. Il est difficile d'estimer les quantités exactes à épandre et le risque existe dès lors que les quantités épandues soient trop importantes (ce qui pourrait polluer l'environnement) ou trop peu importantes (ce qui pourrait participer à l'appauvrissement des sols en matières organiques).
 2. Il n'est plus aussi aisé de fournir des engrais dont la composition N/P/K est adaptée aux besoins des plantes en fonction de leur stade de développement.
- Pour des quantités optimales d'azote et de potassium, les quantités de phosphore contenues dans les engrais sont souvent trop importantes par rapport aux besoins des cultures (Jobin & Petit, 2005).
- Les nutriments ne sont pas assimilables directement par les plantes. L'azote des engrais organiques est présent sous forme organique et minérale. La forme minérale est disponible directement pour les plantes, la fraction organique doit être minéralisée pour être assimilable par les plantes. La vitesse de minéralisation de l'azote organique des fumiers varie avec le rapport carbone/azote (C/N). Cette donnée permet d'estimer de façon très grossière la rapidité de minéralisation de l'azote des fumiers. Plus le rapport C/N est élevé, moins l'azote est rapidement disponible. Le phosphore des fumiers est présent surtout sous forme organique. 50 à 70% devient disponible pour les plantes durant la saison de

croissance. Le potassium des fumiers est présent principalement sous forme minérale et est immédiatement disponible pour les plantes (Weill & Duval, 2009).

Mise en place d'un système d'approvisionnement local

La mise en place d'un système d'approvisionnement local d'engrais organiques rentrerait dans une démarche de développement durable. Les engrais seraient disponibles localement ce qui éviterait la pollution liée au transport. Les déchets d'élevage seraient valorisés en tant qu'intrants agricoles. Ce système d'approvisionnement permettrait aux agriculteurs ne pratiquant pas l'élevage de se fournir localement et à moindre coût en engrais organiques. Parmi les fournisseurs nous pourrions envisager d'inclure, outre les éleveurs de la région, le centre expérimental de reproduction des lamas géré par l'ONG Prometa dans la communauté de Pucsara. Les résidus des plantes pourraient faire le chemin inverse et servir de fourrage pour les animaux. Cela permettrait de « boucler la boucle » : les effluents d'élevage sont épandus sur les champs et les résidus des plantes sont consommés par les animaux. Ce recyclage de « déchets » sert également de puit de carbone. Le carbone reste en permanence incorporé dans les organismes (végétaux et animaux) et n'est dès lors pas présent dans l'atmosphère sous forme de CO₂.

Les résidus des plantes pourraient également être compostés et épandus en tant qu'engrais verts au moment du semis en combinaison avec le fumier.

2.2.2.6.2. Pesticides

Mildiou

Il convient de trouver d'autres moyens de lutte contre le mildiou que celui qui est actuellement utilisé, à savoir l'emploi de fongicides. Ceux-ci présentent un potentiel toxique pour l'environnement (cfr. point 2.2.2.6.). Plusieurs pistes alternatives sont à considérer et leur combinaison peut permettre d'obtenir une protection totale contre le mildiou :

- **Choix des variétés** : Cultiver les variétés de quinoa les mieux adaptées aux conditions environnementales, et donc les plus résistantes naturellement au mildiou. Cette variété pourrait être la *Criolla* (cfr. point 2.2.2.8.). Sur les 40 variétés cultivées expérimentalement par Jason Abbott en Anjou, la variété qui donne les meilleurs résultats est la *Pasto*. Cette variété a été sélectionnée pour sa résistance au mildiou, pour sa faible teneur en saponine et pour son adaptation photopériodique au climat européen par l'Université de Wageningen (Pays-Bas) (Grandes Cultures, mai 2010 ; L'Anjou Agricole, 6 août 2010 ; Agricultures et Territoires, juin 2012). D'autres variétés comme la *Kancolla* ou la *Blanca de Juli* sont référencées comme résistantes au mildiou. Mais qu'en est-il de leurs autres propriétés (productivité, précocité, longueur de cycle, saponine etc.) (León Hancoco, 2003) ?
- **Choix de semences de qualité** : Une attention particulière devra être portée à la sélection de semences de qualité, exempts de *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr. Les semences provenant de parcelles fortement touchées par le mildiou ne devraient pas être sélectionnées. Avant le semis je recommande de désinfecter les semences avec 2,5g d'hydroxide de cuivre (Kocide 10I) et 2,5g de *Bacillus thuringiensis* (Dipel ou Thuricide) par kilogramme de semences. Le tout se verse dans un récipient ou sac en plastique que l'on secoue vigoureusement afin que

les semences s'imprègnent des substances désinfectantes et désinfestantes (FAO et al., 2008).

- **Biofongicides** : Il est possible de lutter contre le mildiou en pulvérisant des substances autorisées en agriculture biologique, comme la bouillie bordelaise ou le *Fungitop* par exemple. La bouillie bordelaise est une solution de sulfate de cuivre additionné de chaux. Le produit se présente sous forme d'une poudre bleue, à diluer pour pulvérisation. Elle est autorisée en agriculture biologique, mais dans certaines limites (6 kg de cuivre par hectare et par an).
- **Densité du semis** : Puisque l'incidence et la propagation du mildiou augmente avec la densité, je recommanderais de diminuer la densité de semis.
- **Orientation des rangées** : Pour éliminer l'air chargé d'humidité stagnant entre les plantes, tenir compte de la direction prédominante des vents dans l'orientation des rangées lors du semis.
- **Nivelation du terrain et creusement de tranchées** : La nivelation du terrain avant le semis peut être importante afin d'éviter que l'eau ne stagne dans une zone plus basse, ce qui aurait pour effet d'étouffer les cultures et de favoriser les conditions pour l'apparition ou la propagation du mildiou. Le drainage du terrain en cas de pluies intenses peut également être favorisé par le creusement de tranchées autour des parcelles (FAO et al., 2008).
- **Rotation des cultures** : La rotation des cultures devra absolument être respectée par les producteurs.

Oiseaux

Les oiseaux (surtout de l'ordre des passériformes) présentent un réel problème pour la productivité de certaines parcelles du projet. Ils se nourrissent des graines de quinoa et les souillent par leurs excréments. Les producteurs semblent souvent démunis face à ces ravageurs. Les épouvantails immobiles semblent bien souvent inefficaces parce que les oiseaux s'habituent à leur présence. Certains producteurs utilisent même des buses et faucons morts. Ces organismes morts finissent par se décomposer et émettent des odeurs nauséabondes. Le phénomène d'habituation est le principal problème à surmonter dans la lutte contre les oiseaux, que ce soit par des méthodes visuelles ou sonores. Plusieurs dispositifs pourraient être envisagés dans le cadre du Projet Quinoa. La stratégie serait de combiner des dispositifs sonores et visuels.

- **Epouvantails mobiles** : Le fait de modifier souvent, tous les 2 ou 3 jours, la position et la répartition des épouvantails empêchent le phénomène d'habituation (Hunter, 1974). Il convient d'« habiller » ces épouvantails de matériaux émettant du bruit sous l'action du vent, comme du plastique par exemple. Ces épouvantails peuvent également avoir la forme d'un prédateur (rapace). Une autre variante d'épouvantail serait d'accrocher ou de faire pendre 2 CDs (ou 2 DVDs) à une potence. Cela mime les yeux d'un prédateur potentiel et effraye les oiseaux. Lorsqu'il y a du vent, le reflet des rayons du soleil peut également les éblouir. Une autre possibilité est le cerf-volant en forme de rapace ou le ballon de couleur où figurent des yeux de rapaces bien visibles pour les oiseaux, accroché au-dessus d'un mât. Il convient de changer de couleur de ballon tous les 2 ou 3 jours. Les jaunes sont les plus efficaces et ont du succès chez les oiseaux tels que les moineaux et chardonnerets. Un dispositif par hectare suffit mais le vent est une limite au système. Ce genre de ballon flottant garde une bonne efficacité pour les oiseaux assez gros (ex. : corneilles, goélands,

pigeons). Et complète bien l'effet effaroucheur d'autres méthodes auditives (ex. : cris d'oiseaux en détresse et oiseaux de proie, cfr. ci-dessous). Ces dispositifs ne présentent pas de coût financier et ne demanderaient pas beaucoup de travail supplémentaire aux producteurs. Il s'agirait des méthodes à tester en premier lieu.

- **Bandes magnétiques tendues sur piquets** : La bande, très légère, bouge au moindre souffle de vent et réfléchit les rayons du soleil. Cette méthode semble efficace la journée, du moins contre les petits oiseaux granivores. Les vieilles bandes de magnétophone sont disponibles partout, et sont utilisées spontanément par les paysans au Burkina Faso et au Mali notamment (Trecu, 1985).
- **Messages sonores** : Mis au point par l'INRA pour la lutte contre les étourneaux (*Sturnus vulgaris*), il s'agit d'un système diffusant par haut-parleurs des cris de détresse d'oiseaux (Gramet, 1978) et de prédateurs. Les résultats sont positifs si la méthode est bien appliquée :
 - Placés avant l'arrivée des oiseaux
 - Déplacés à chaque semaine
 - Varier la programmation
 - Ajouter des hauts-parleurs
 - Compléter avec des moyens visuels

Il faut d'ailleurs signaler qu'il est possible d'utiliser des cris d'alarme ou de détresse d'une autre espèce d'oiseau que celle que l'on veut éloigner des champs (Dyer & Ward, 1977). De plus, il se pourrait que des oiseaux de proie soient attirés par ces cris, ce qui serait très intéressant. L'avantage certain de cette méthode est que les oiseaux, effrayés par des émissions de cris de détresse, semblent très inquiets et sont alors facilement épouvantés par presque n'importe quel autre moyen d'effarouchement (Bridgam, 1980). D'autre part, l'appareil utilisé est automatique et demande peu d'entretien, mais sa portée est limitée et par conséquent il n'est éventuellement efficace que pour la protection de petites surfaces (Dyer & Ward, 1977).

- D'autres dispositifs existent mais ont un prix qui semble inabordable pour les producteurs de l'altiplano. Citons notamment le **filet à mailles** à étendre au-dessus de toute la parcelle, les **canons auditifs** avec effet visuel (par exemple via des leurres qui se déploient) ou les **ultrasons**.

Larves de papillons

Il existe plusieurs possibilités pour lutter de manière biologique contre les larves de papillons.

- **Pratiques culturelles** : La rotation des cultures, les cultures associées, le repos des parcelles, une fertilisation adéquate et la création d'un milieu favorable aux espèces bénéfiques (prédateurs et parasites des ravageurs) via la plantation de haies par exemple permettent à eux seuls de limiter l'incidence des ravageurs et maladies (FAO et al., 2008). Une étude de Jones & Sieving (2006) a notamment mis en évidence qu'inclure une ou deux rangées de tournesols tous les 0,4ha augmente significativement le nombre d'oiseaux insectivores et la durée de recherche de proies. Bien que cela n'ait pas été mis en évidence par l'étude, cela risque par contre d'augmenter les quantités de grains souillés par les excréments des oiseaux.

- **Bioinsecticides** : Il est possible d'utiliser des bioinsecticides comme *Biobat* et *Entrust* par exemple. Il s'agit de bioinsecticides d'ingestion dont le principe actif est respectivement la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* Kurstaqui et le *spinosad*. Ils sont appliqués en préventif et ne sont pas toxiques pour les animaux et l'environnement. *Biobat* et *Entrust* doivent être utilisés en alternance au cours du cycle de croissance pour éviter l'apparition de résistance des larves à leurs principes actifs (Proinpa, 2011).
- **Pièges lumineux** : Des pièges lumineux peuvent être utilisés contre *Copitarsa sp.* (imago de la polilla de la quinoa), qui est un papillon nocturne. Il est possible d'en fabriquer pour environ 30 euros.
- **Collecte à la main** : Si après l'application des trois mesures précédemment citées des larves sont toujours présentes dans les panicules et, étant donné que les parcelles du projet sont relativement petites, il est envisageable de tenter de capturer les larves restantes à la main. Cependant cela risque de prendre beaucoup de temps et il semble inconcevable de les capturer toutes. Cette dernière mesure ne semble donc pas forcément rentable.
- D'autres mesures comme les **pièges à phéromones** ou la **lutte biologique** (via prédateurs ou parasitoïdes des larves) sont parfois appliquées en Europe mais les prix élevés de leur mise en œuvre les rend inaccessibles aux agriculteurs de l'altiplano. La mise en pratique de ces mesures est souvent délicate car elles ont un spectre d'action très étroit. Dans le cas de la lutte biologique par exemple, *Calosoma sp.* (un coléoptère de la famille des *Carabidae*) est un des prédateurs importants des premiers stades larvaires (I et II) de *Copitarsia sp.* (Ortiz & Zanabria, 1979). Les prédateurs et parasitoïdes des oeufs ne sont par contre pas connus (fao.org).

2.2.2.6.3. Eau

Peu de recommandations sont à réaliser au niveau de l'utilisation concertée et durable de l'eau (quantité et provenance) étant donné que l'accès à l'eau des producteurs est très limitée et que les cultures de quinoa sont de toutes façons peu demandeuses en eau. L'irrigation goutte-à-goutte par exemple n'a aucune utilité pour ces cultures.

2.2.2.6.4. Sols

Erosion éolienne

- **Barrières végétales et murets** : La plupart des exploitations participant au projet présentent des murets en pierre pour protéger les parcelles de l'érosion éolienne et de la chute des plants suite à l'action des vents. Les barrières végétales sont présentes aussi, bien que plus rares. Je préconise la plantation de ces dernières car elles permettent également d'attirer les prédateurs potentiels des ravageurs (insectes, oiseaux etc.).
- **Cultures de couverture** : Dans les andes, la quinoa se cultive traditionnellement avec des cultures associées. Les pommes de terre et fèves par exemple peuvent servir de plantes de couverture. Les cultures de couverture aident à lutter contre l'érosion éolienne en diminuant la force des vents atteignant le sol. Mais elles présentent encore de nombreux autres avantages. Elles aident à lutter contre l'érosion hydrique en diminuant la vitesse de déplacement de l'eau de ruissellement, ce qui diminue la quantité de terre emportée avec elle. Les cultures de couverture permettent également de lutter durablement contre les

adventices et les ravageurs ainsi que d'améliorer la structure et la fertilité du sol (FAO et al., 2008).

- **Paillage** : Le paillage peut être une alternative aux cultures de couverture. Cette technique consiste à couvrir la parcelle de paille et a pour but de retenir l'humidité et de lutter contre les adventices et l'érosion.

Qualité

- **Absence de labour ou labour superficiel** : Selon Claude Bourguignon, ancien ingénieur agronome à l'INRA devenu chercheur indépendant, un sol ne devrait jamais être labouré. En effet, la nature ne laboure jamais et crée les sols par dépôt de couches successives. Le labour a comme conséquences de tuer la faune de surface en l'enterrant, et d'empêcher en les étouffant, les mécanismes naturels de formation d'humus, qui nécessitent la présence d'air (Bourguignon & Bourguignon, 2008). Le labour est évitable et peut être remplacé par les techniques culturales simplifiées (TCS) qui ont été initialement développées en Amérique du Sud comme alternative aux méthodes classiques qui avaient été importées par les colons européens et qui étaient inadaptées aux conditions pédoclimatiques. Il semble que ces techniques soient adaptables à d'autres types de terrains également. Par exemple, la technique du semis direct sous couvert, associée à une rotation des cultures performante, permet d'éviter le labour (Bourguignon, 2006). Une autre alternative est le labour superficiel, à une profondeur maximale de 25cm (FAO et al., 2008). Après le labour, je suggère de récolter les adventices afin de les composter et d'éliminer d'éventuels ravageurs (notamment des chrysalides).
- **Lutte contre la compaction** : Des alternatives existent pour réduire les effets de la compaction, comme éviter de circuler sur des sols humides ou trop travaillés, diminuer la pression exercée par la machinerie (tracteurs, animaux de trait etc.), limiter le passage des machineries en circulant dans des allées prévues et non cultivées, faire des rotations et maintenir un bon taux de matière organique. De même, choisir des pneus plus souples et à basse pression augmente la surface de contact au sol et limite la compaction en profondeur (Bourguignon, 2006). Selon moi il est même tout à fait concevable de se passer de l'utilisation de tracteur puisque les parcelles du projet font toutes moins d'un hectare.

2.2.2.6.5. Air

Les émissions de gaz à effets de serre peuvent être réduites par l'absence d'utilisation de pesticides chimiques et la diminution ou suppression de l'utilisation du tracteur.

De plus, de nombreuses méthodes de gestion utilisées en agriculture biologique (labour minimum, réintégration des résidus de récoltes dans le sol, utilisation de cultures de couverture, rotations, plus grande intégration de légumineuses fixatrices d'azote) permettent d'accroître le retour du carbone dans le sol, augmentant ainsi la productivité et favorisant la rétention de carbone.

2.2.2.6.6. Pratiques agricoles et autres

Timing des applications foliaires de biopesticides et engrais organiques

La fondation Proinpa (2011) recommande les applications suivantes:

- **Stade 6 feuilles véritables:** Appliquer préventivement *Biobacillus* (biofongicide, promoteur de croissance, activateur de résistance), *Acaritop-Fungitop* (bioinsecticide-biofongicide) et *Vigortop* (biofertilisant foliaire).
- **Stade de formation du panicule:** *Entrust* (*Spinosad*, bioinsecticide), *Biobat* (bioinsecticide) et *Vigortop*.
- **Stade de floraison:** *Entrust*, *Biobacillus* et *Vigortop*.
- **Stade de grains laitieux:** *Acaritop-Fungitop*.

Désherbage et Démariage

Ces pratiques agricoles sont réalisées manuellement. Je préconise d'arracher les plants et de les laisser sur la parcelle. Les plants arrachés sont une source future de nutriments pour la parcelle et ils limitent l'apparition de nouvelles adventices. Une alternative est de récolter les plants et de les composter.

Usage potentiel du sol

Les parcelles du projet ont été sélectionnées sur base de plusieurs critères d'ordre technique comme la disponibilité en eau d'irrigation et la qualité des sols. Si le projet devait prendre de l'ampleur et que de nouvelles parcelles devaient être sélectionnées, il faudrait veiller à ce qu'elles soient sélectionnées dans une zone à potentiel agricole intensif afin de ne pas risquer de surexploiter les ressources et de rester en phase avec une optique de développement durable.

2.2.2.7. Alternative: culture biologique de quinoa « Criolla »

S'il s'avère finalement que la culture biologique de quinoa real est impossible dans la zone, une alternative intéressante pourrait se présenter: la culture biologique de quinoa criolla.

La première année du Projet Quinoa (la campagne 2010-2011), qui visait à déterminer le package technologique approprié à la culture de quinoa dans ces nouvelles zones de culture que sont les municipalités de El Puente et Yunchará (et ensuite Culpina en 2012-2013), a identifié les variétés donnant les meilleurs résultats en terme de productivité. Toutes les variétés testées proviennent des zones d'où la quinoa est originaire (aux alentours du lac Titicaca et de Oruro). Durant des décennies, voire des siècles, ces variétés ont évolué dans des environnements sensiblement différents de ceux des 3 municipalités qui participent au projet. Elles ne sont donc pas forcément adaptées aux nouvelles conditions dans lesquelles elles ont été introduites. Il est probable que d'autres variétés, cultivées par certains agriculteurs des départements de Tarija (dont font partie El Puente et Yunchará) et Chuquisaca (dont fait partie Culpina) à petite échelle pour leur consommation personnelle, plus adaptées aux conditions locales, produisent de **meilleurs résultats**. Ces variétés non identifiées peuvent être désignées par le terme général « criolla ».

Je recommanderais de tester la productivité des variétés locales (et donc adaptées) de “criolla” dans les 3 municipalités du projet. Avant celà, 3 conditions doivent être vérifiées:

- **Fixation de la définition** de « criolla ». Certains sources désignent par ce terme toute variété non identifiée, d’autres sources affirment qu’il s’agit de variétés dont le diamètre des grains est inférieur à 2mm et qui ne présentent donc aucune valeur commerciale;
- Démontrer que les variétés « criolla » présentent les **mêmes qualités nutritives** (notamment en terme de composition en acides aminés) que les variétés « real », considérées comme les variétés produisant des grains de diamètre supérieur à 2mm;
- S’assurer de la **réelle productivité** des parcelles de quinoa criolla. A première vue, les parcelles de criolla que nous avons observées semblent présenter un haut rendement. Celà doit cependant être confirmé objectivement après la récolte.

Pour ce faire, il me semblerait intéressant de prévoir une **parcelle expérimentale** dans chacune des 3 municipalités, dont le seul usage serait d’y réaliser des expérimentations en continu, chaque année, afin de déterminer pour chaque municipalité la variété au meilleur rendement et, plus généralement, le meilleur paquet technologique. Les expériences se réaliseraient en faisant varier un seul paramètre à la fois (variété, pesticide chimique VS pesticide organique, engrais chimique VS engrais organique, type de pesticide, type d’engrais etc...).

Si les 3 conditions mentionnées plus haut sont vérifiées, la quinoa criolla pourrait représenter **le futur de la production de la quinoa** dans la zone d’influence du projet.

Personnellement, je fonde beaucoup d’espoir dans la culture de quinoa criolla et ce, pour plusieurs raisons:

- Les cultures de quinoa criolla nécessitent un **coût en main d’oeuvre minimal**. Le semis peut se faire à la volée et étant donné que la criolla est très compétitive par rapport aux adventices pour l’accès aux nutriments, aucun désherbage ne s’avère nécessaire. Cela fait gagner du temps et du travail au producteur, sans compter la suppression du coût d’opportunité;
- Du fait de leur compétitivité pour l’accès aux nutriments et du semis à la volée, les parcelles de quinoa criolla présentent une densité en plantes importante. Or, bien que cela reste à vérifier, la densité des parcelles ne semble pas avoir d’impact sur la croissance végétative et la phénologie des plantes. Ces éléments jouent un rôle important sur le **très haut potentiel en terme de productivité** que semblent avoir les parcelles que nous avons observé;
- Contrairement à la quinoa real, la criolla ne semble pas sensible au mildiou (ou très peu). Pour lutter contre le mildiou, l’emploi de pesticides chimiques semble s’avérer nécessaire. La criolla pourrait être **cultivée de manière biologique** dans la zone d’influence du projet;
- La culture de variétés traditionnelles, peu cultivées ailleurs, contribue au **maintien de la biodiversité**;

Plusieurs **perspectives** intéressantes méritent d’être mentionnées :

- Deux parcelles de quinoa criolla de Culpina présentent un rendement particulièrement impressionnant. L’une d’entre elles a un rendement de 2140kg/ha, soit entre 3 et 4 fois la moyenne nationale (591kg/ha). Les variétés semées sur ces parcelles ne sont actuellement

pas identifiées. Il serait intéressant d'identifier ces variétés via **analyses génétiques et moléculaires**.

- Biotechnologies : Le transfert du (des) gène(s) « gros grain » à la quinoa criolla (ou transfert des gènes résistants au mildiou à la quinoa real) pourrait faire office de sujet de **thèse de doctorat** dans un laboratoire de l'UCL via Louvain Développement. Ces transferts de gènes pourraient également être réalisés par hybridations successives.
- Si on considère comme criolla les variétés dont le diamètre des grains est inférieur à 2mm, la quinoa pourrait être vendue **sous forme de farine**, à l'image de ce qui se fait en Colombie avec la Quinoasure par exemple. Qui plus est il s'agirait d'un marché peu concurrentiel. Pour ce faire il faudrait investir dans la transformation de la quinoa. Les coûts pourraient être compensés par un prix de vente supérieur suite à la transformation de la matière première (lavage et transformation en farine) et au label biologique (prix de vente de la quinoa biologique 15 à 30% supérieur à celui de la quinoa conventionnelle ()) ou par l'argent épargné sur l'achat des pesticides.
- En dernier recours, si le problème de la taille des grains n'a pu être résolu, la quinoa criolla pourrait toujours être vendue sur le **marché national et local** (notamment sur les marchés publics et aux cantines scolaires), ce qui contribuerait à réduire la malnutrition. Elle pourrait également toujours être dédiée à l'autoconsommation.

2.2.3. Conclusion et perspectives

Le but de ce stage n'était pas de réaliser une étude d'impacts environnementaux (E.I.E.) mais plutôt de réaliser une première évaluation des éventuels impacts environnementaux du Projet Quinoa. Il aurait d'ailleurs été totalement irréaliste de réaliser une E.I.E. car ce type d'étude approfondie est classiquement réalisée par une boîte d'audit environnemental constituée d'un panel d'experts dans chaque sous-domaine de l'étude. Une telle étude prend plusieurs mois à un groupe de spécialistes chevronnés. La présente étude d'évaluation des impacts environnementaux s'est réalisée avec très peu de moyens matériels et humains¹⁹. Même si cela n'a pas été chose aisée il a été tenté dans la mesure du possible de quantifier les intrants et les impacts environnementaux. Cela a été réalisé en utilisant les données de la campagne 2011-2012 car toutes les données de la campagne 2012-2013 n'étaient pas encore disponibles au moment de rédiger ce rapport. En 2012-2013, le projet s'est étendu à une municipalité supplémentaire (Culpina) et des substances additionnelles ont été utilisées. Pour 2011-2012 il a notamment pu être mis en évidence le danger que pourraient courir les sols (au niveau de leur fertilité et de l'érosion) et la toxicité des pesticides employés (pour les êtres vivants et l'environnement). Des recommandations ont été formulées afin de rendre le Projet Quinoa plus durable. La prochaine étape serait de mettre ces recommandations en oeuvre afin de déterminer si il est effectivement possible de produire de la quinoa biologique dans la zone du projet. Le principal problème réside dans l'incidence élevée du mildiou. Des alternatives biologiques à la lutte contre le mildiou ont été proposées. Il s'agit maintenant de vérifier sur le terrain si elles sont aussi efficaces que les pesticides conventionnels utilisés. Si ce n'est pas le cas, je pense personnellement que beaucoup d'espoir peut être fondé dans la culture de quinoa criolla, autour duquel le Projet Quinoa pourrait être centré dans le futur.

¹⁹ L'ONG Esperanza Bolivia ne dispose pas des moyens matériels qu'une boîte d'audit dispose pour réaliser une E.I.E. et j'étais la seule personne à travailler sur ce projet.

2.3. Analyse critique de leur applicabilité

Inclu à divers endroits du point 2.2.2. et au point 4.

3. Analyse des acquis du stage

Mon stage dans l'ONG Esperanza Bolivia a été très enrichissant, tant d'un point de vue professionnel que personnel:

- Il s'agissait de ma première expérience de travail dans une ONG. J'ai pu apprendre de l'intérieur le mode fonctionnement de ce type d'organisation.
- Bien qu'ayant déjà réalisé un stage à l'étranger, il s'agissait également de ma première expérience de travail dans un pays en voie de développement. J'ai pu me confronter à une autre réalité: une culture différente, des conditions de vie souvent difficiles. J'ai également pu me rendre compte du travail important qu'il reste à réaliser dans la protection de l'environnement et dans la sensibilisation de la population à cette problématique.
- Mon stage m'a permis d'apprendre beaucoup de choses dans le domaine de l'agronomie et plus particulièrement sur les bonnes pratiques agricoles de la culture de quinoa.
- J'ai bien sûr développé mes connaissances sur l'évaluation des impacts environnementaux et sur de nombreux aspects de l'agriculture biologique (législation, processus de certification, pratiques biologiques).
- Enfin j'ai appris comment organiser divers événements comme des ateliers de formation aux bonnes pratiques agricoles de la culture de quinoa, des ateliers de cuisine et la tenue de stands d'information. La participation à ceux-ci m'a permis de rencontrer beaucoup de gens et d'apprendre à convaincre et sensibiliser.

4. Observations et recommandations destinées à l'institution d'accueil

Les recommandations relatives aux impacts environnementaux du Projet Quinoa et aux alternatives biologiques envisageables ont déjà été formulées aux points 2.2.3.7. et 2.2.3.8. Dans ce chapitre sont dès lors formulées des observations et recommandations générales autres que celles liées directement au projet de stage et destinées à l'ONG Esperanza Bolivia.

1. Le package technologique mis au point par l'équipe du Projet Quinoa n'est que rarement respecté dans son intégralité par les agriculteurs. Plusieurs raisons peuvent expliquer cela:
 - **Manque de temps** : la culture de quinoa représente un coût d'opportunité;
 - **Manque d'intérêt** : certains agriculteurs ne sont pas assez convaincus par le projet et par les bénéfices nutritionnels et économiques qu'ils pourraient en retirer;
 - **Les traditions et croyances personnelles ont la dent dure** : certains agriculteurs ne sont pas réceptifs aux nouvelles idées en termes de pratiques agricoles proposées par le Projet Quinoa;

Le non-respect du package technologique a des impacts importants sur la productivité des cultures et la crédibilité du projet, notamment lorsqu'il s'agit de rendre des comptes aux partenaires du projet et de convaincre d'éventuels candidats-producteurs de faire partie du projet.

Recommandations:

- Organisation de formations collectives et distribution du “Guide Pratique pour la Culture de la Quinoa” avant la saison de production dans chacune des 3 municipalités impliquées dans le projet (El Puente, Yunchará et Culpina);
- Organisation de formations collectives plus ciblées avant chaque étape de production (semis, croissance végétative, récolte, post-récolte);
- Lors des visites individuelles aux producteurs, leur rappeler les consignes de bonnes pratiques agricoles et **insister** sur leur importance;
- Avant la récolte, organisation d’évènements d’“échange d’expérience” dans chacune des municipalités. Ces évènements auront lieu sur les lieux d’une parcelle d’un agriculteur ayant respecté la totalité des recommandations du package technologique et ayant obtenu une productivité importante. Ces évènements ont pour but de montrer une “bonne” parcelle aux agriculteurs et ainsi de les **convaincre** qu’en respectant les consignes, il est possible d’atteindre une productivité importante, parfois largement supérieure aux moyennes nationales. Ces évènements permettent également aux agriculteurs de se rencontrer, de parler de leurs expériences respectives, de ce qui s’est bien passé ou mal passé, de poser des questions, bref de créer une **émulation** autour de la culture de quinoa;

2. La **date du semis** et la **variété choisie** semblent être des facteurs d’**importance capitale**.

Certaines parcelles ont été **semées trop tardivement**, ce qui a un impact négatif sur leur productivité.

Recommandations:

Une importance particulière devrait être donnée aux **aspects organisationnels** ainsi qu’en termes de ressources et **flexibilité dans la disponibilité de la main d’oeuvre** afin de semer toutes les parcelles durant la période la plus propice, aux alentours du mois d’octobre. Celle-ci varie cependant en fonction de la zone et des conditions climatiques variables d’année en année.

3. Un soin particulier devrait être consacré à la **traçabilité** des variétés des grains semés.

L’une des 2 parcelles dont je viens de parler a été semée avec des grains qui proviennent de la municipalité de Culpina, mais dont l’origine est inconnue.

Recommandations:

La **communication et le travail en concertation** avec la municipalité de Culpina devrait être améliorée. La tenue de **registres** mentionnant la provenance des grains est primordiale.

4. Le package technologique du Projet Quinoa **suggère** la réalisation de plusieurs pratiques agricoles. Il semble important de **vérifier** leur bonne réalisation.

Certaines pratiques agricoles comme la préparation des sols, l’incorporation d’engrais lors du semis, récolter en coupant les tiges plutôt qu’en déracinant les plantes sont conseillées par le Projet Quinoa mais aucune vérification quant à leur application effective n’est réalisée. L’ONG ne dispose dès lors d’aucun registre concernant ces pratiques. Or celles-ci ont des impacts potentiels sur

l'environnement. Ces pratiques devront impérativement être contrôlées dans le cas d'une future production biologique.

Recommandations: Vérifier que toutes les recommandations du projet Quinoa soient bien appliquées et tenir des registres pour toutes les pratiques agricoles réalisées sur chaque parcelle.

5. Selon moi, il serait important d'attacher une plus grande importance à la **sécurité au travail**, et surtout lors de la manipulation des pesticides et engrais chimiques.

J'ai pu remarquer plusieurs manquements à ce niveau-là. Les membres de l'équipe du Projet Quinoa ne prennent pas toujours la peine de porter un masque et des gants lors de la manipulation des pesticides et engrais chimiques. Les émanations des pesticides et les poussières des engrais sont potentiellement toxiques. De plus, je ne suis pas certain que les producteurs soient réellement conscients des dangers liés à leur manipulation. Il est arrivé plusieurs fois que lors du transvasement de pesticides, une quantité importante tombe sur le sol et coule sur les mains de celui qui les manipule. Ce sont des choses à éviter.

Recommandations:

- Toujours manipuler les pesticides et engrais avec des gants et un masque. Montrer l'exemple aux producteurs;
- Manipuler les pesticides et engrais à la base, pas sur le terrain;
- Toujours étiqueter les flacons: y noter la substance et le danger (irritant, cancérigène, etc...);
- Rappeler aux producteurs les dangers liés aux produits et les précautions à prendre lors de leur manipulation (port de gants et de masque, éloigner les enfants lors de leur application, ne pas appliquer lorsqu'il y a du vent etc...) lorsque l'équipe vient leur livrer les produits;
- Fournir aux producteurs un masque et une paire de gants;
- Avant la saison de production, réaliser une formation collective dans les 3 municipalités sur les règles de sécurité au travail;

6. Des ONG comme PROMETA et la FAUTAPO sont impliquées dans des **projets semblables**.

PROMETA est impliqué dans un projet de culture de quinoa et la FAUTAPO dans un projet de production de vin organique.

Recommandations:

Je préconise l'établissement de contacts, d'échanges d'idées plus fréquents et la mise en place d'éventuelles collaborations.

5. Liste des références bibliographiques

Littérature Scientifique

- Ablan de Flórez. Políticas de calidad en el sistema agroalimentaria español. *Agroalimentaria* N°10 Junio 2000
- Aldana Castiblanco A. (2005). Thesis: Agricultura Organica. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogota D.C.*
- Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia (AOPEB). (2007). Manual de certificación y sistema de control interna para quinua ecológica. *La Paz. Bolivia.*
- Bernard A. (2011). Cours de toxicologie humaine et animale (AGRO2750). *Université catholique de Louvain (UCL).*
- Bernier J. (6 août 2010). Jason Abbott, Parmentier du Quinoa. *L'Anjou Agricole.*
- Bourguignon C., Bourguignon L. (2008). Le sol, la terre et les champs – Pour retrouver une agriculture saine. *Sang de la Terre.*
- Bourguignon C. (2006). La destruction des sols par l'agriculture intensive. Interview pour CQFD.
- Bridgam C.J. (1980). Bio-acoustic bird scaring in Britain. *Proc. TV Pan. Afr. orn. Congr.*: 383-387.
- Calbrix R. (2005). Thèse: Impact des intrants organiques et des conduites culturelles sur la biomasse microbienne et la diversité des bactéries telluriques. *Université de Rouen, U.F.R. des Sciences et Techniques, Ecole Doctorale Normande de Chimie-Biologie.*
- Carlisle J., Chan D., Painter P., Wu L. (2009). Toxicological profile for nonylphenol. *Office of Environmental Health Hazard Assessment.*
- Codex Alimentarius Commission. (1999). What is organic agriculture.
- Cordier L. (juin 2012). Des Andes aux Landes: le quinoa débarque. *Agricultures & Territoires – Chambre d'Agriculture – Landes.*
- Del Castillo C., Mahy G., Winkel T. (2008). Quinoa in Bolivia: an ancestral crop changed to a cash crop with "organic fair-trade" labeling. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **12**(4), 421-435
- Druon J. « Alerte à Babylone » (entretien avec Claude Bourguignon). Video.
- Dyer M.I., Ward P. (1977). Management of pest situations.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), UNOCANC (Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador. Producción orgánica de cultivos andinos (manual técnico). (2008). *Manuel B. Suquilanda Valdivieso.*
- Flores E., Miranda C. (2003). Fauna amenazada de Bolivia? Animales sin futuro. *Ministerio de Desarrollo Sostenible. Bolivia. UICN.*
- Gobierno Municipal de El Puente, Segunda Seccion Provincia Mendez. (2008). Plan municipal de ordenamiento territorial "El Puente", Diagnostico integral.
- Gobierno Municipal de Yunchara, Segunda Sección Provincia Avilez. (2008). Plan de ordenamiento territorial y plan de uso del suelo del municipio de Yunchara, Diagnostico integral.
- Goor F., Dautrebande S., Sohler C., Brahy V. (2007). La contamination diffuse des sols.
- Gramet P. (1978). L'effarouchement acoustique: solution efficace ou fausse solution? *Agriculture* **425**, 448-451.

- Guihard M.D. (mai 2010). Graine sans gluten, le quinoa colonise l'Anjou. *Grandes Cultures*.
- Guo J.H., Liu X.J., Zhang J., Shen J.L., Han W.X., Zhang W.F., Christie P., Goulding K.W.T., Vitousek P.M., Zhang F.S. (2010). Significant acidification in major chinese croplands. *Science*. **327**, 1008-1010.
- Hardin B.D., Schuler R.L., Burg J.R., Booth G.M., Hazelden K.P., MacKenzie K.M., Piccirillo P.J., Smith K.N. (1987). Evaluation of 60 chemicals in a preliminary developmental toxicity test. *Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis*. **7**, 29-48.
- Hautier Y., Niklaus P.A., Hector A. (2009). Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. *Science*. **324**, 636-638.
- Hunter F.A. (1974). Preliminary practical assessment of some bird scaring methods against wood-pigeons. *Annals of Applied Biology*. **76**, 351-353.
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). (2006). Agriculture biologique et biodiversité.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2001). Anuario Estadístico del Sector Rural. *Bolivia*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2005). Proyecciones de población por provincias y municipios, según sexo, edades simples y años calendario, período 2000-2010 – Tarija. *La Paz*.
- Jobin P., Petit J. (2005). La fertilisation organique des cultures – Les bases. *Fédération d'Agriculture Biologique du Québec*.
- Jones G.A., Sieving K.E. (2006). Intercropping sunflower in organic vegetables to augment bird predators of arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **117**, 171-177.
- Lansink A.O., Pietola K., Backman S. (2002). Efficiency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994-1997. *European Review of Agricultural Economics*. **29**, 51-65.
- León Hancoco J.M. (2003). Cultivo de la quinua en Puno (Perú) – Descripción, manejo y producción. *Puno (Perú)*.
- Lernoud A.P. (2008). The world of organic agriculture – Statistics and emerging trends 2008.
- Martinez S., de Souza V., Miranda J. (2013). Guia practica para el cultivo de la quinua. *Esperanza Bolivia & Louvain Coopération. Tarija. Bolivia*.
- Niño de Zepeda A., Echávarri V., Godoy P. (1999). Modelo para un Sistema Nacional de Sanidad Agropecuaria y de inocuidad de los alimentos. De recursos productivos a alimentos: estrategias de calidad. *Santiago (Chile)*. 99-107.
- Pervanchon F., Blouet A. (2002). Lexique des qualificatifs de l'agriculture. *Courrier de l'environnement de l'INRA*. n°45.
- Promoción e Investigación de Productos Andinos (Proinpa). (2011). La Quinua orgánica: Estrategia de manejo integrado del cultivo.
- Réseau Action Climat – France. (2005). Agriculture, effets de Serre et changements climatiques en France.
- Treca B. (1985). Les possibilités de lutte contre les oiseaux d'eau pour protéger les rizières en Afrique de l'Ouest. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*. XXXII.
- United Nations. FAO/ECE Agriculture and Timber Division. (1991). *Agricultural Review for Europe*. UN, 1991.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1987). Pesticide fact sheet: Mancozeb. Registration Standard. *Office of Pesticides and Toxic Substances. Office of Pesticide Programs. Washington, DC*.

- Van Gils H., Huizing H., Kannegieter A., Van der Zee D. (1991). The evolution of the ITC system of rural land use and land cover classification (LUCC). *ITC Journal*. **3**, 163-167.
- van Heemstra-Lequin E.A.H., van Esch G.T. (1992). Environmental Health Criteria 142 – Alphacypermethrin. *International Programme on Chemical Safety*.
- Weill A., Duval J. (2009). Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. *Equiterre*.
- Wu F.S., Gai Y.F., Jiao Z.F., Liu Y.J., Ma X.J., An L.Z., Wang W.F., Feng H.Y. (2012). The community structure of microbial in arable soil under different long-term fertilization regimes in the Loess Plateau of China. *African Journal of Microbiology Research*. **6**, 6152-6164.
- Zhang H.J., Wei Z.W., Zhu Y.Z. (1987). Inhibition of testicular DNA synthesis by chemical mutagens. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. **14**, 228.
- ZONISIG – Ministerio de Desarrollo Sostenible – Prefectura del Departamento de Tarija – Unidad de Administración Territorial. (2001). Zonificación agroecológica y socioeconómica. Departamento de Tarija. *Tarija. Bolivia: Sierpe*.

Liens Internet

- Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS):
<http://www.cnrs.fr/>
- Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail au Québec (CSST):
<http://www.reptox.csst.qc.ca/>
- Commission Européenne – Agriculture et Environnement:
<http://ec.europa.eu/agriculture/envir.htm/>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES):
<http://www.cites.org/>
- Extension Toxicology Network (EXTOXNET) – Pesticide Information Profiles (PIPs):
<http://extoxnet.orst.edu/pips/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):
<http://www.fao.org/>
- Food webs and species interactions in the Biodiversity of UK and Ireland:
<http://www.bioinfo.org.uk/>
- Gouvernement du Canada – Environnement Canada:
<http://www.ec.gc.ca/>
- HB Chemical:
<http://www.hbchemical.com/>
- Institut National de Recherche Agronomique (INRA):
<http://www.inra.fr/>
- ONG Esperanza Bolivia:
<http://www.esperanzabolivia.org/>
- ONG Louvain Coopération au Développement:
<http://www.louvaindev.org/>
- Pesticide Properties DataBase (PPDB) de l'Université de Hertfordshire :
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/fr/index.htm>
- Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología – Bolivia (SENAMHI):

<http://www.senamhi.gob.bo/>

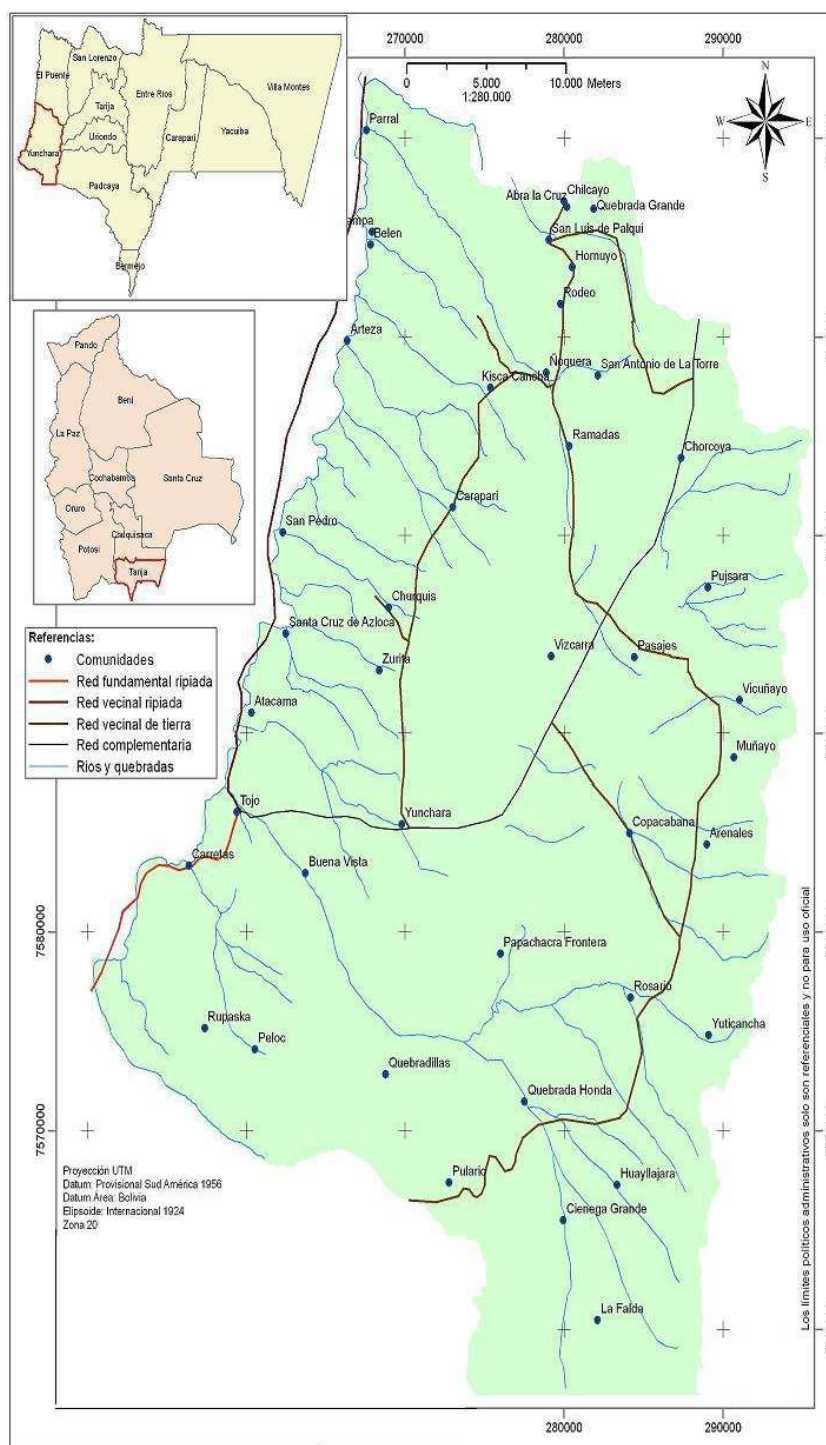
- Union professionnelle des opérateurs publics du cycle de l'eau en Wallonie:
<http://www.aquawal.be/>
- United States National Library of Medicine – Toxicology Data Network (TOXNET):
<http://toxnet.nlm.nih.gov/>

6. Annexes

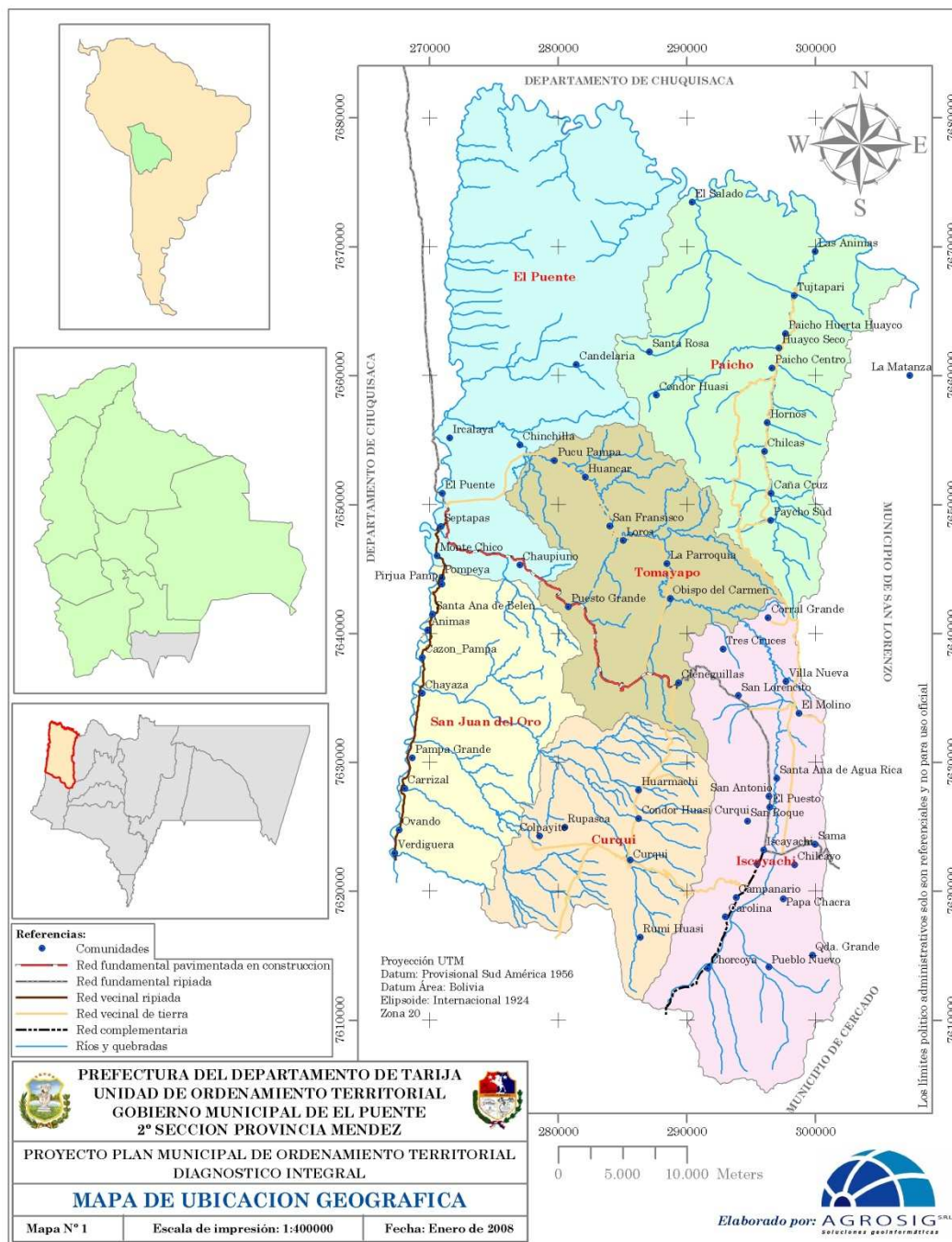
6.1. Annexes relatives au travail

Annexe 1: Situation géographique

Yunchará

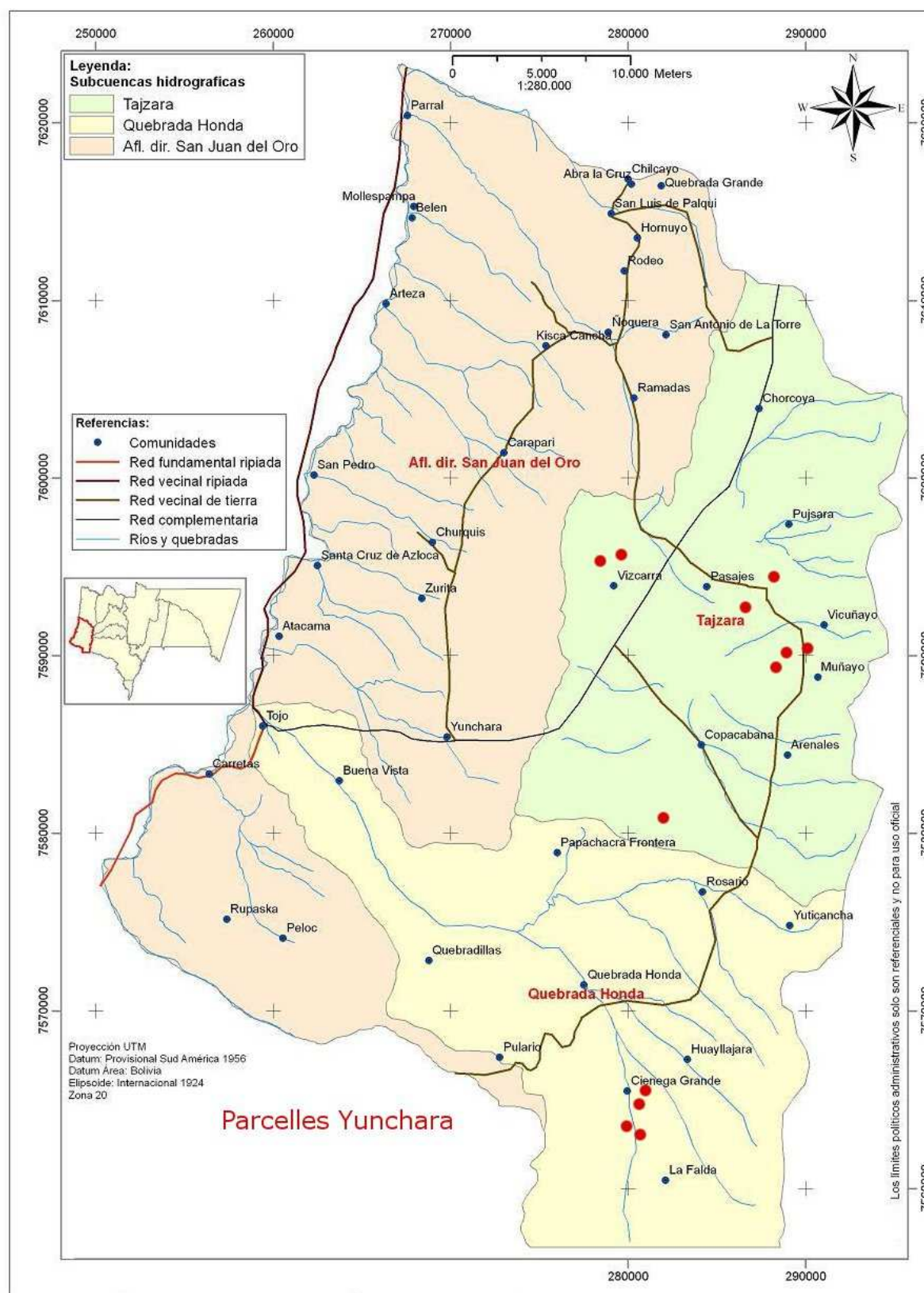


El Puente

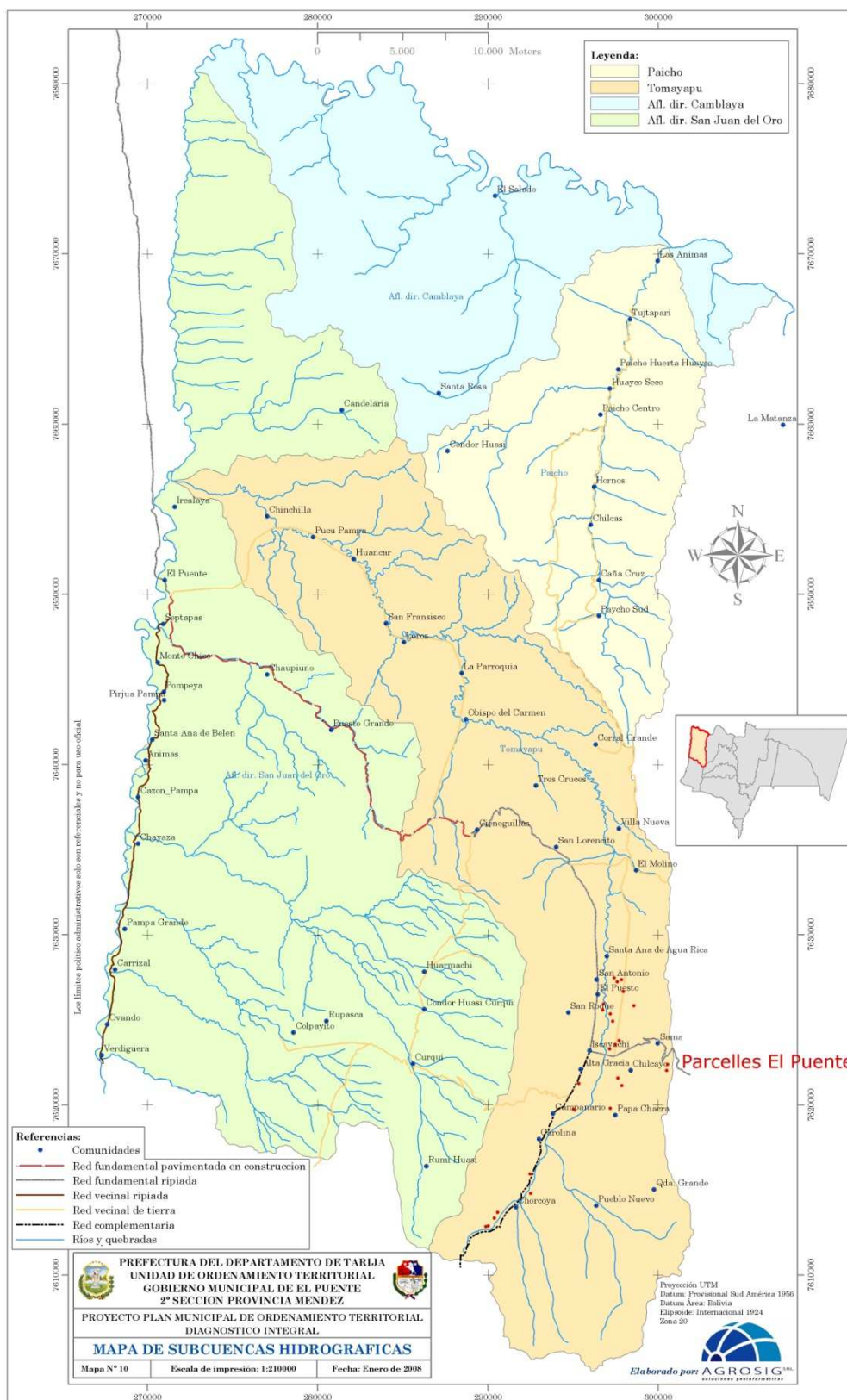


Annexe 2: Sous-bassins hydrographiques

Yunchará



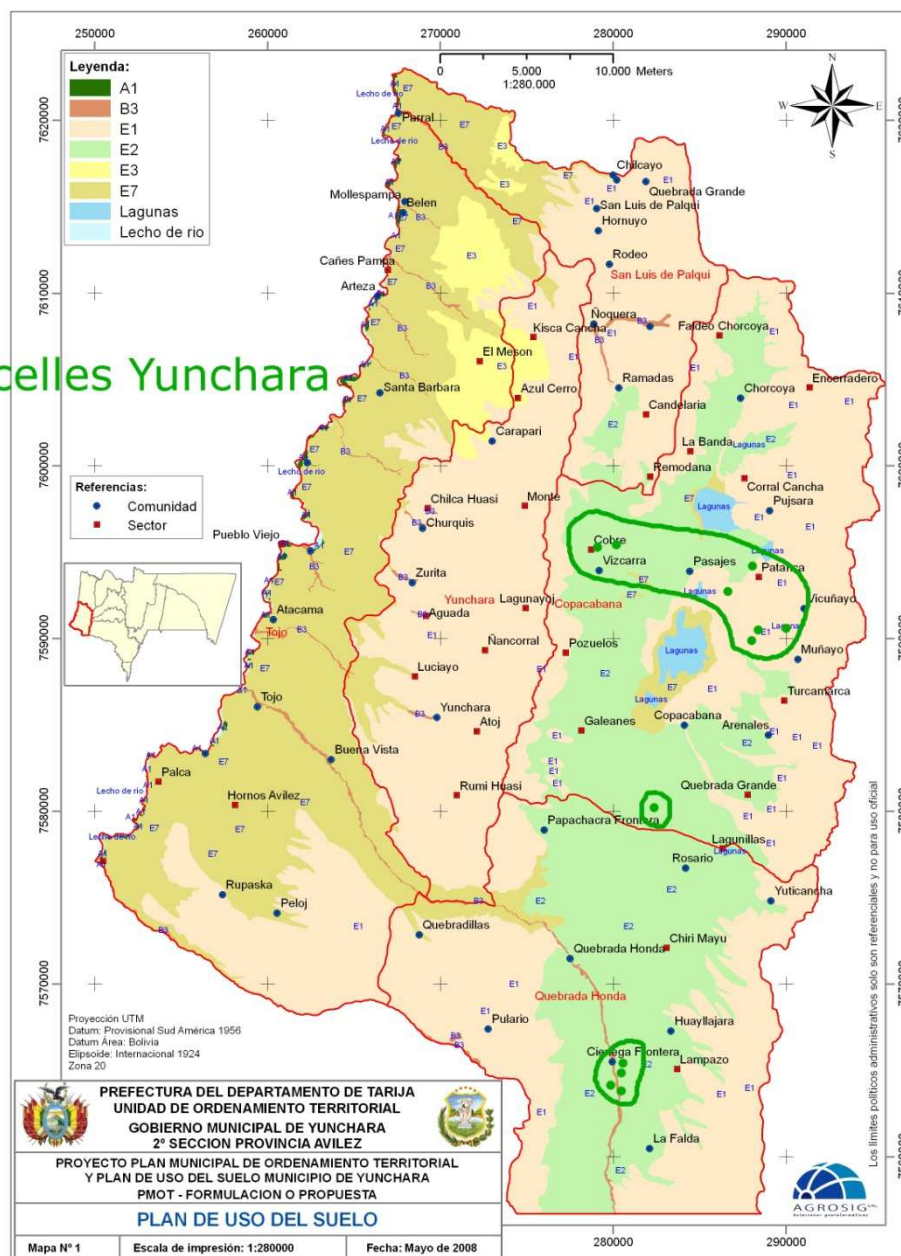
El Puente



Annexe 3: Usage actuel du sol

Yunchará

Parcelles Yunchara



Leyenda:



A1. Agricole intensif

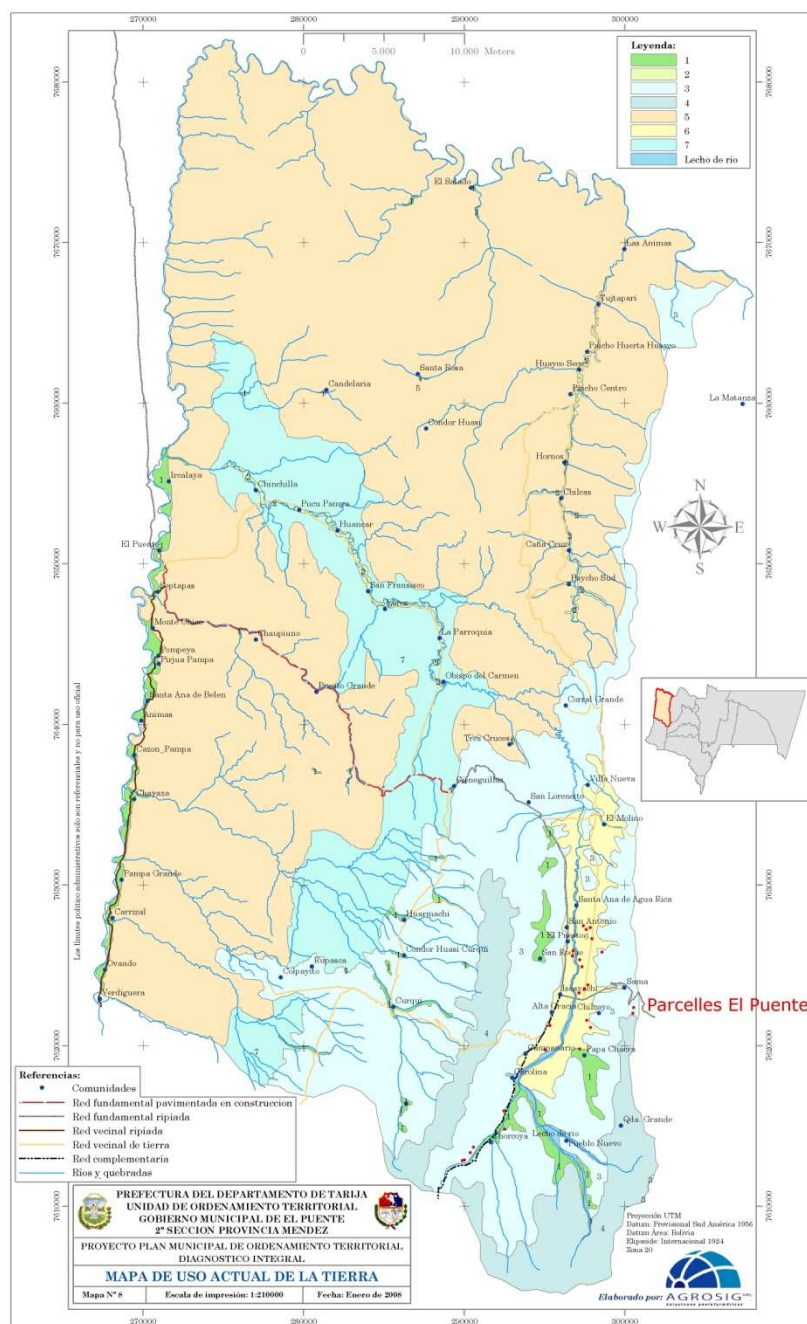
B3. Agropéculaire extensif

E1. Zone protégée avec élevage extensif limité

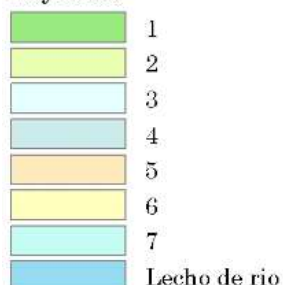
E2. Zone protégée avec utilisation agropéculaire extensive limitée

E7. Zone protégée

El Puente



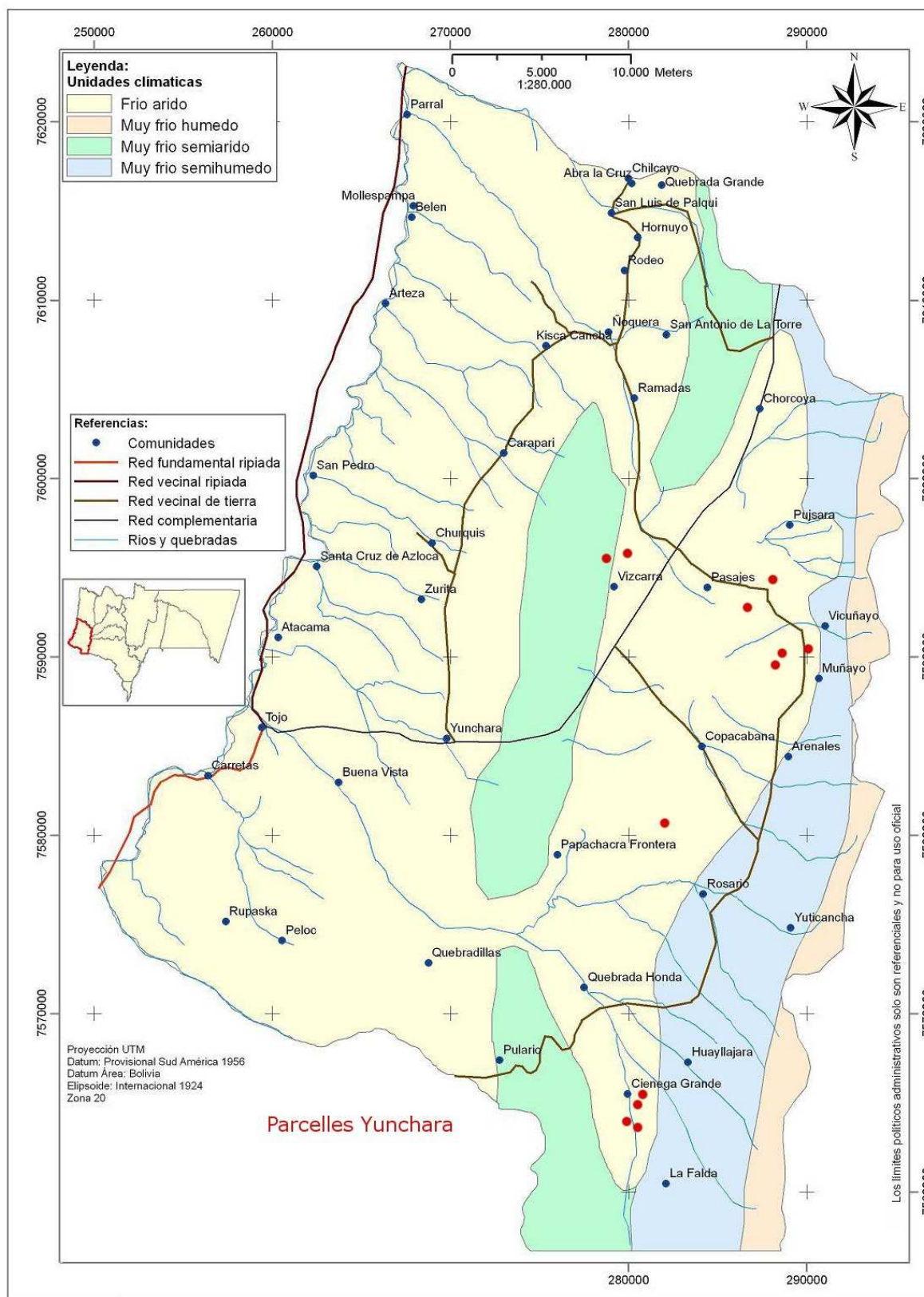
Legenda:



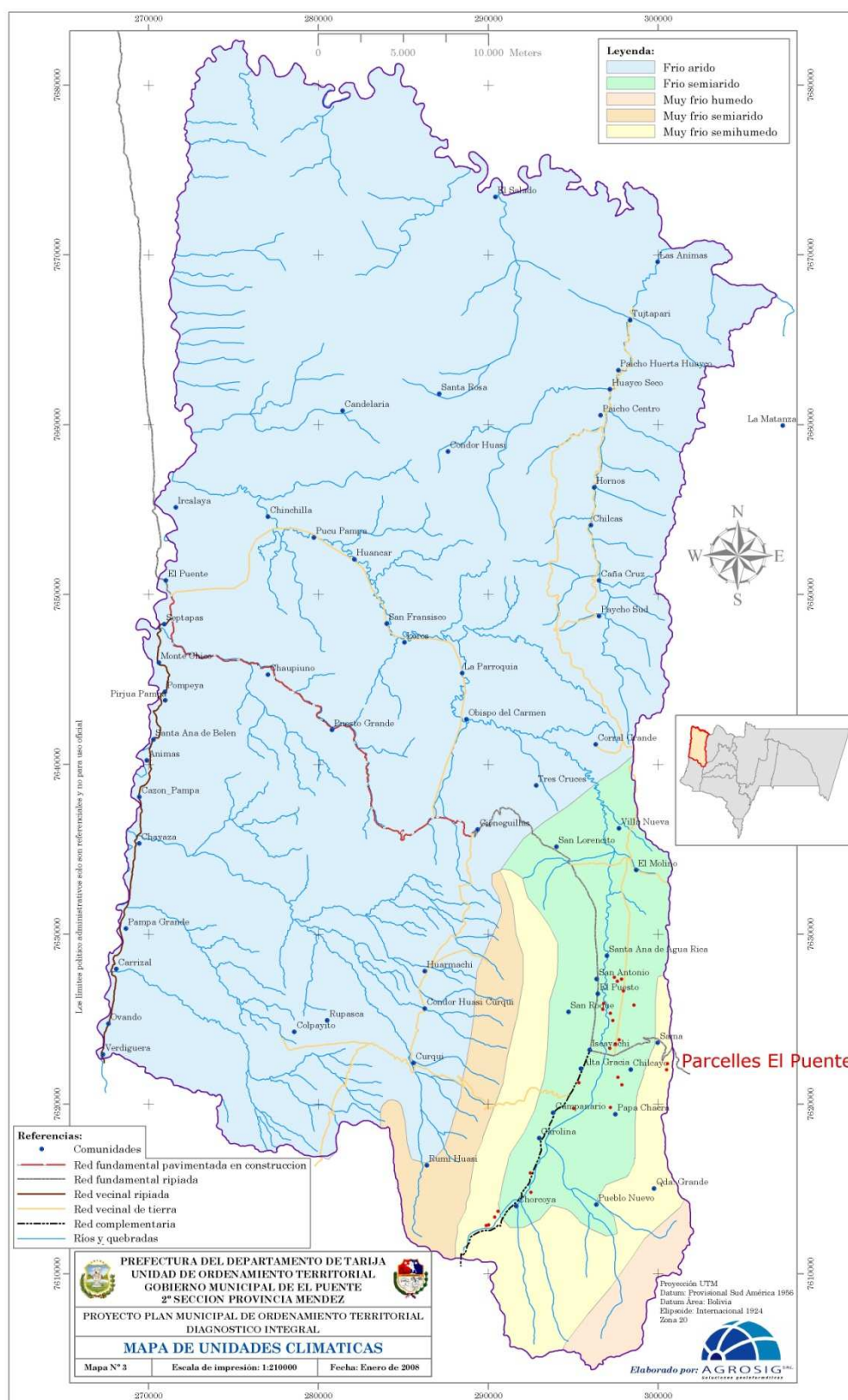
1. Agricole intensif avec cultures annuelles
2. Agricole intensif avec cultures pérennes et annuelles
3. Elevage extensif d'ovins
4. Elevage extensif d'ovins. Avec zones sans utilisation : affleurements rocheux
5. Elevage extensif de caprins. Avec zones sans utilisation : affleurements rocheux
6. Agropéculaire extensif avec cultures annuelles et bovins, ovins et caprins
7. Agropéculaire extensif avec cultures annuelles et bovins, ovins et caprins. Avec zones sans utilisation : affleurements rocheux

Annexe 4: Unités climatiques

Yunchará

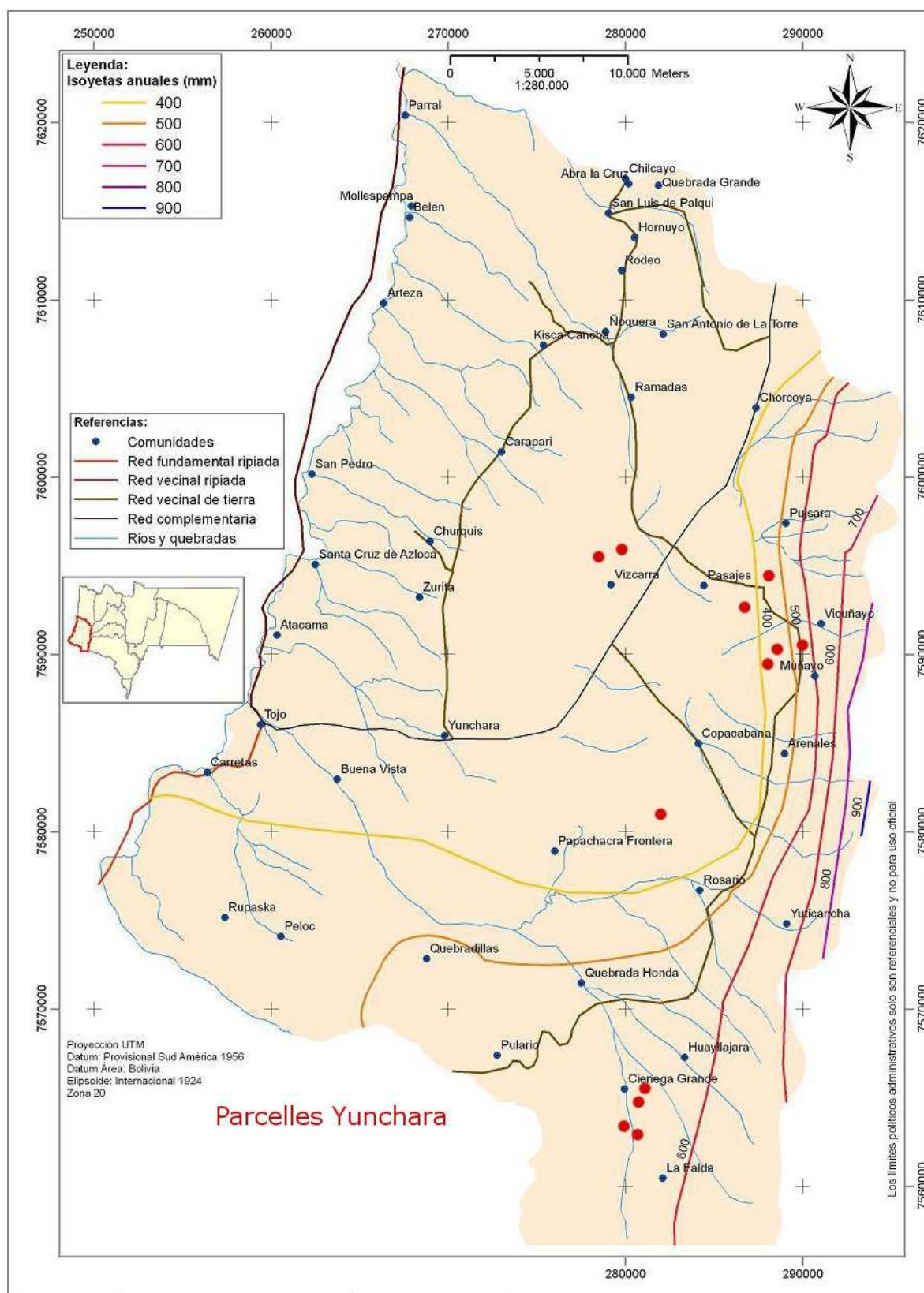


El Puente

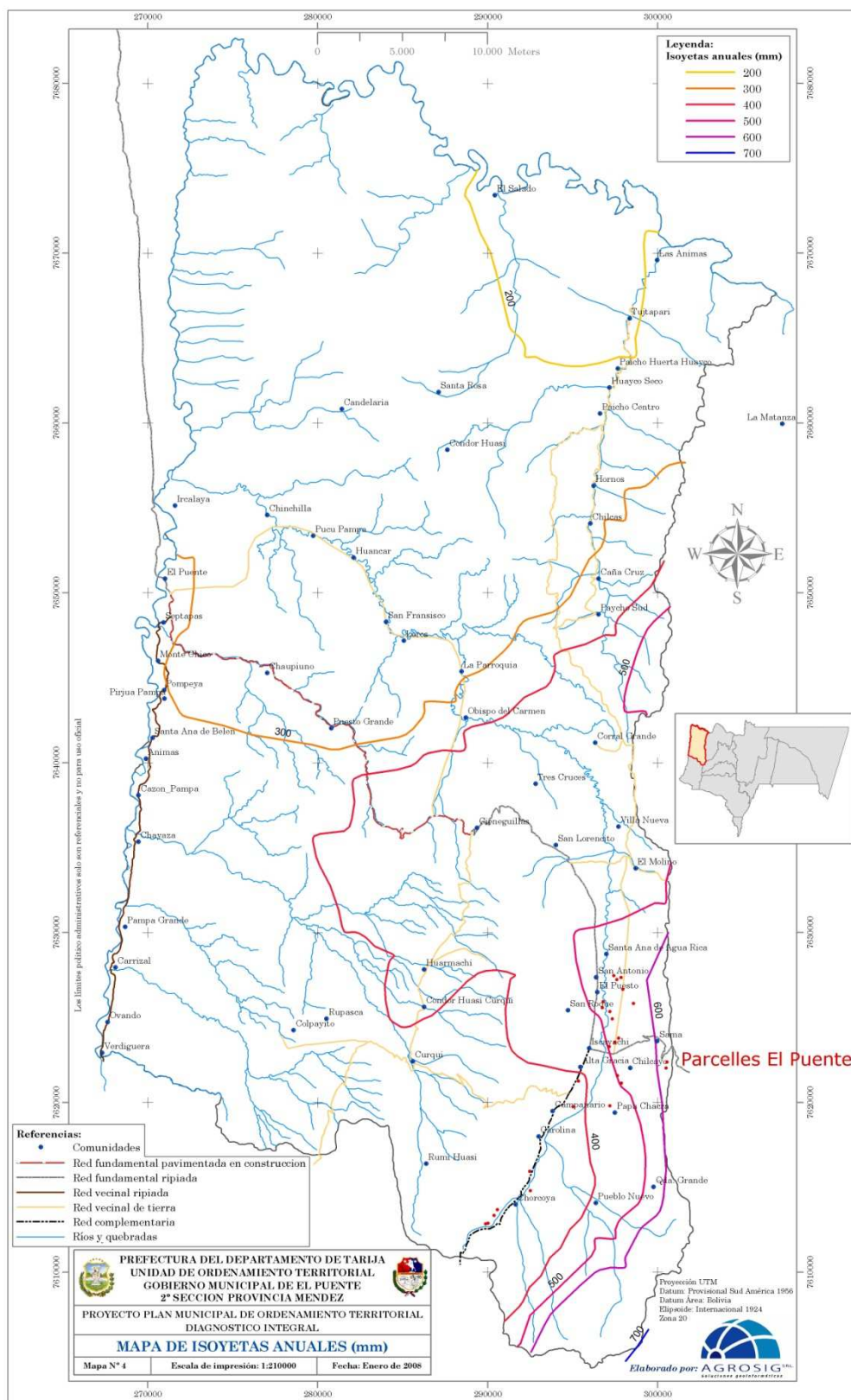


Annexe 5: Isoyètes annuels

Yunchará

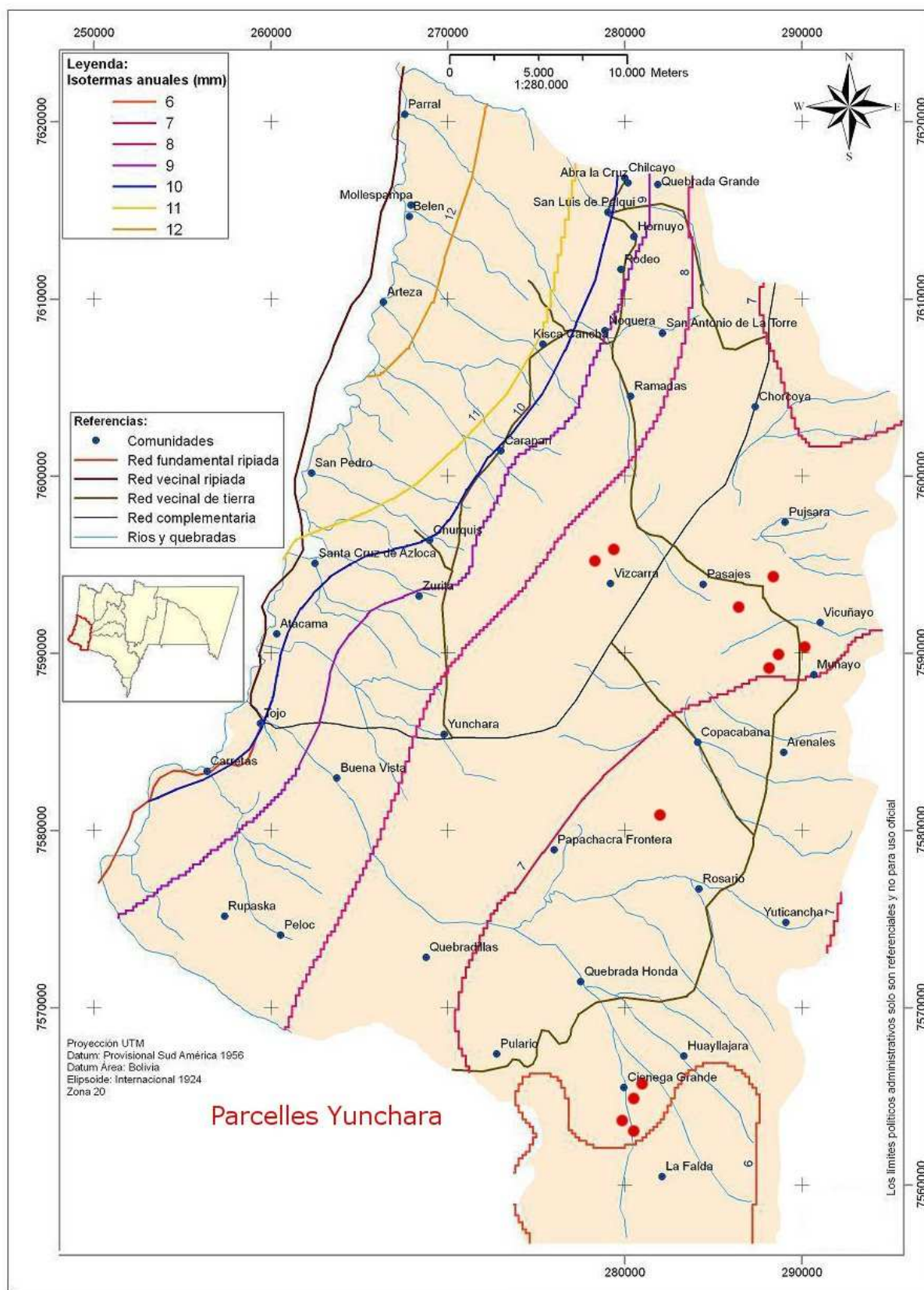


El Puente

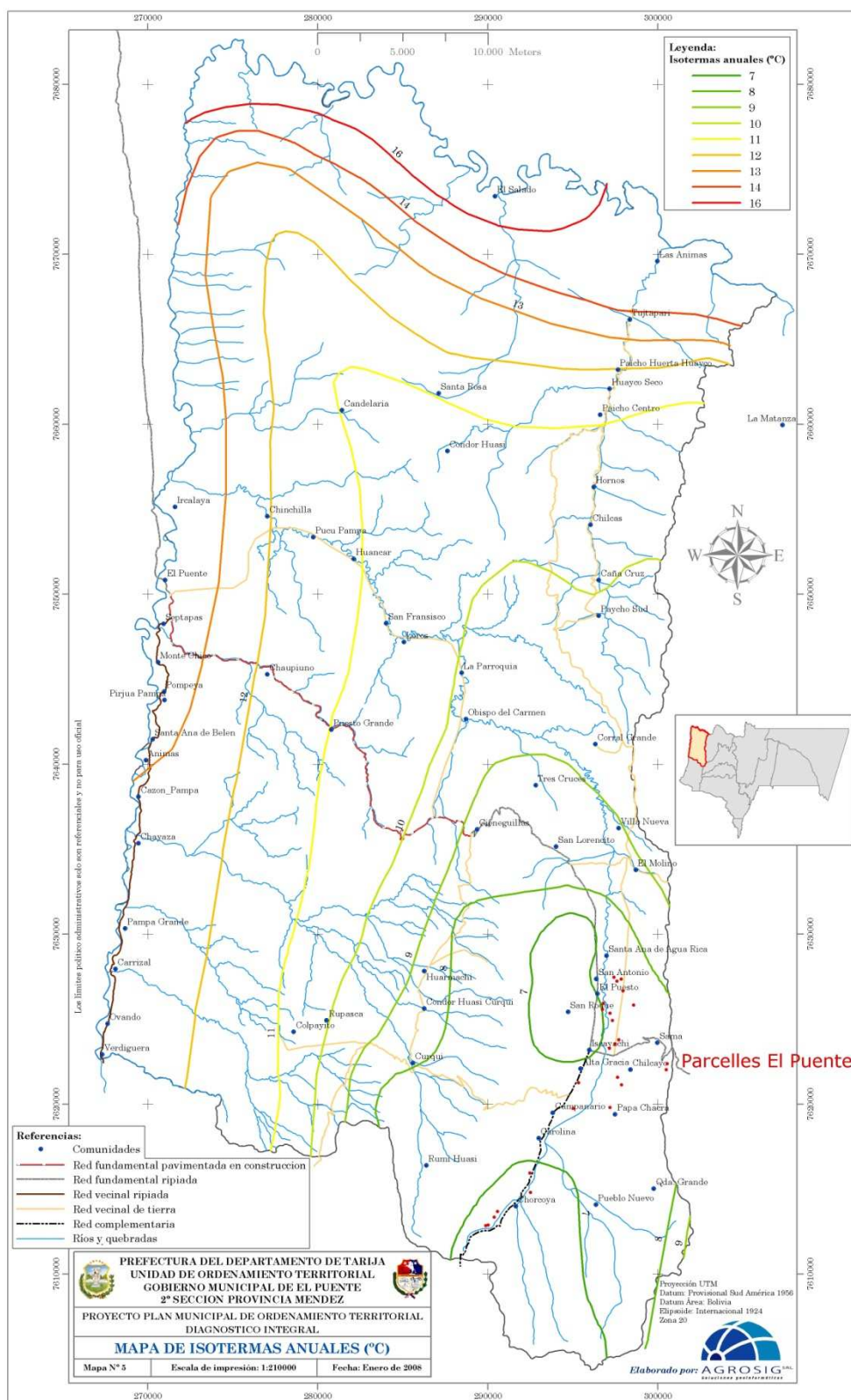


Annexe 6: Isothermes annuels

Yunchará



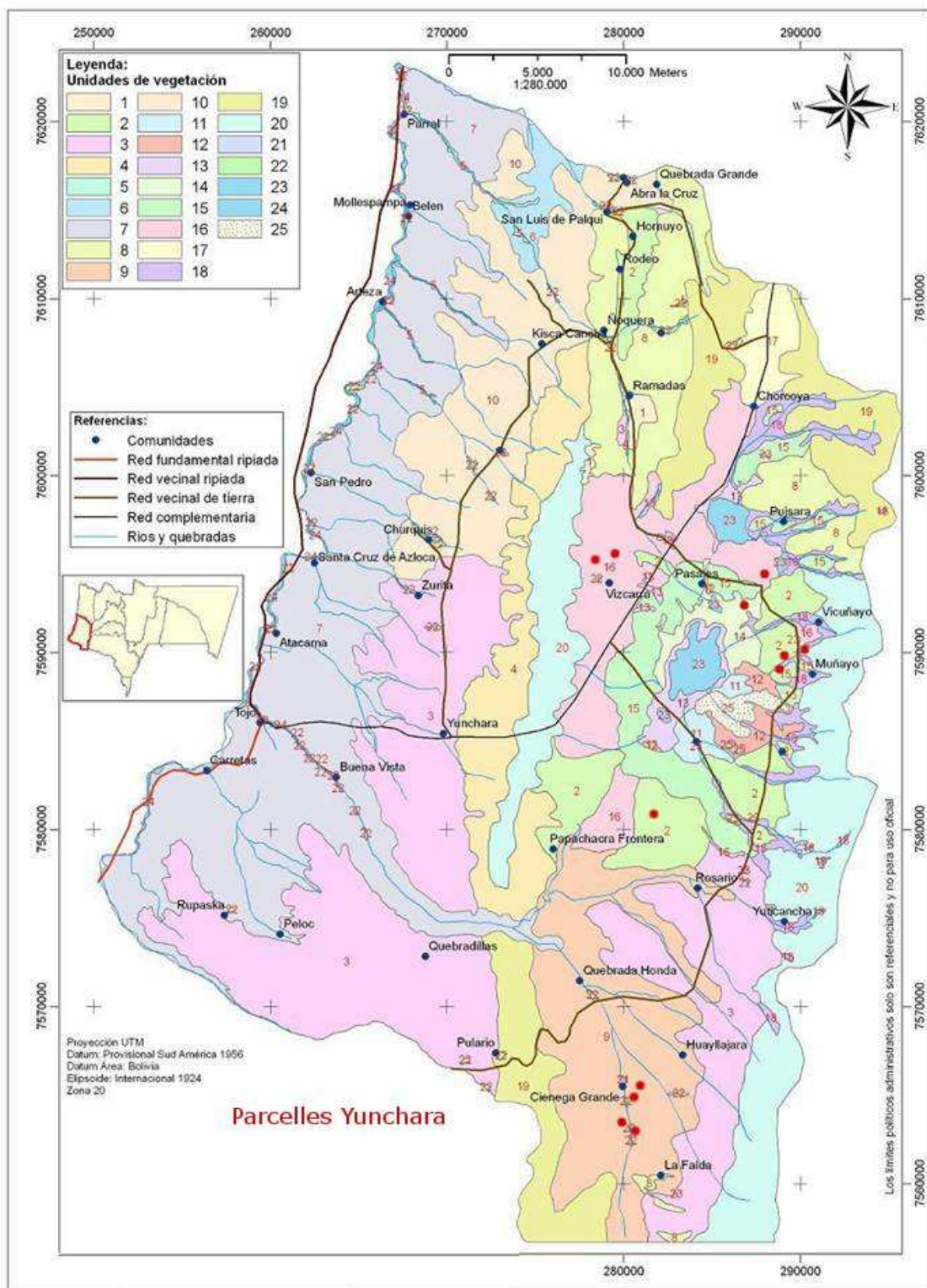
El Puente



Annexe 7: Types ou unités de végétation

Yunchará

Classe	FAO	Classe de	Sous-classe	Etagé	Sous-formation	ha	%
	UNESCO	Formation					
1	2A3d	Bois denses	Toujours vert	Subalpin	-	447	0,3
2	3A3d	Fourrés	Toujours vert	Subalpin	-	7.614	4,3
3	3B3d	Fourrés	Caducifolié	Subalpin	-	33.111	18,7
4	3B14d	Fourrés	Caducifolié	Subalpin		7.942	4,5
5	3B4c	Fourrés	Caducifolié	Montagnard	-	293	0,2
6	3C3c(5)	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard	Semidésertique	1.223	0,7
7	3C4c(5)	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard	Semidésertique	32.963	18,6
8	4B3d	Fourrés bas	Caducifolié	Subalpin		10.099	5,7
9	4B4d	Fourrés bas	Caducifolié	Subalpin	-	13894	7,9
10	4B9d	Fourrés bas	Caducifolié	Subalpin	-	14.196	8
11	4C7d	Fourrés	Xeromorphe	Subalpin		806	0,5
12	5E9d(7)	Herbacées	Graminée intermédiaire	Subalpin	Broussailleux	905	0,5
13	5E12d	Herbacées	Graminée intermédiaire	Subalpin	-	1.354	0,8
14	5F7d(2)	Herbacées	Graminée bas	Subalpin	Occasionnellement inondé	1.310	0,7
15	5F9d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin	-	5.407	3,1
16	5F12d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin	-	9.480	5,4
17	5F14d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin		1.740	1
18	5F14d(6)	Herbacées	Graminée bas	Subalpin	Marécageux	3.486	2
19	5F9h	Herbacées	Graminée bas	Alpin	-	11.668	6,6
20	5F12h	Herbacées	Graminée bas	Alpin	-	15.258	8,6
21	5H12d	Herbacées	Graminée hydromorphe	Subalpin		11	0,01
22	c	Zones agricoles et pâturages (semés et de succession secondaire)				716	0,4
23	Lagunes	Lagunes				1.474	0,8
24	LR	Cours d'eau				735	0,4
25	Pe	Dunes				708	0,4
TOTAL						176.610	100

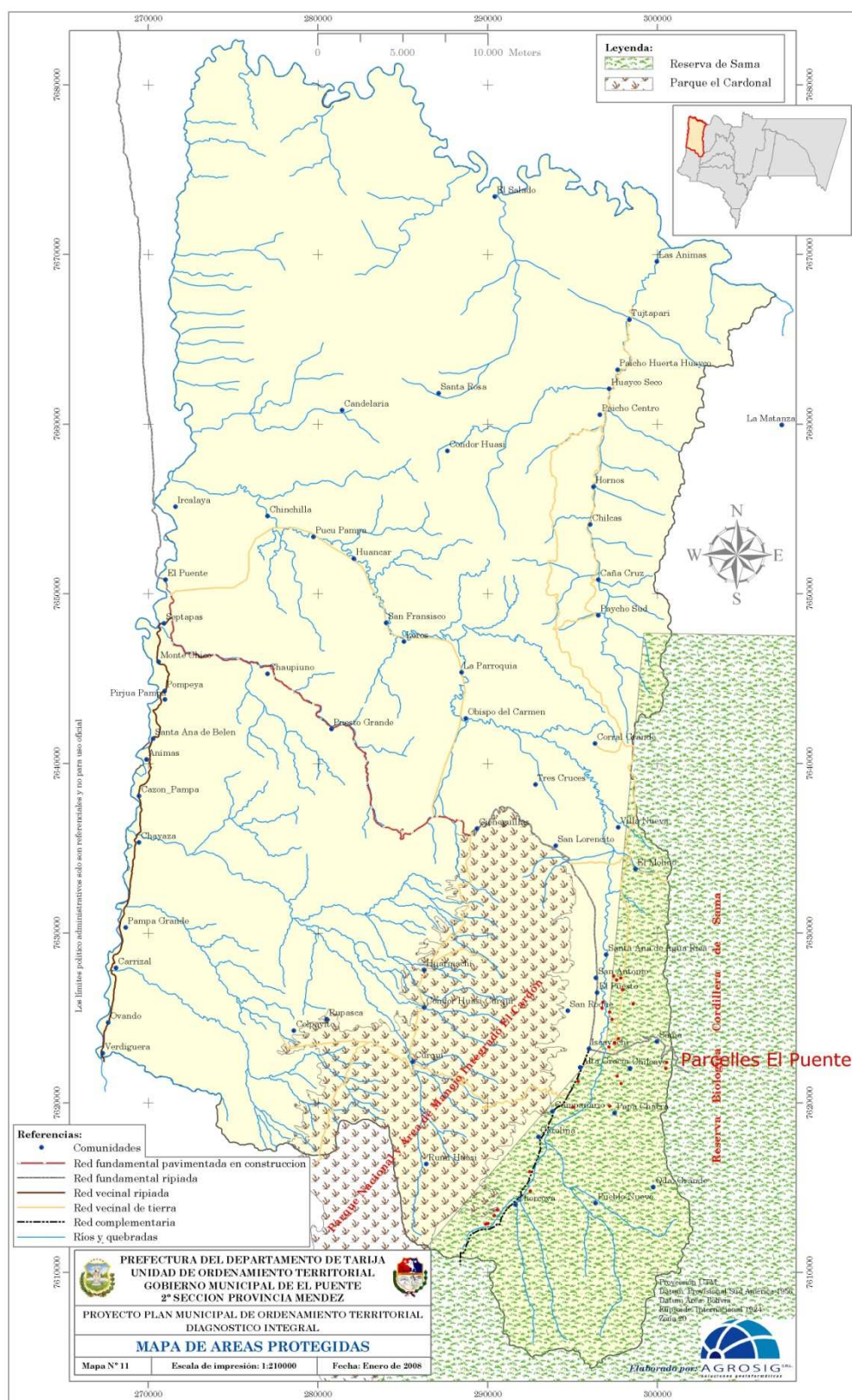


El Puente

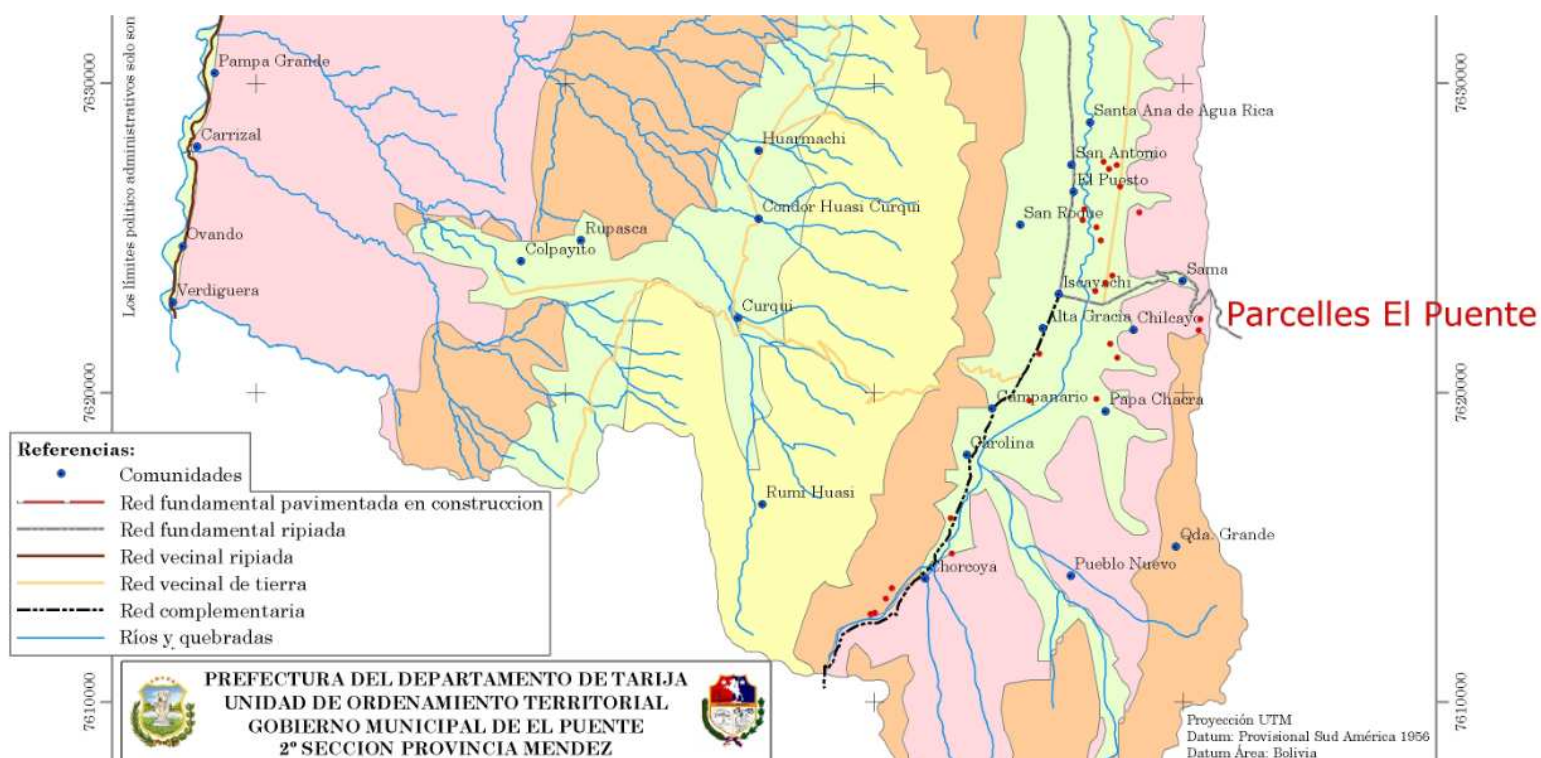
Classe	Code UNESCO	Classe de formation	Sous-classe	Etage	Sous-formation	ha	%
1	2C5c	Bois clairsemés	Xeromorphe	Montagnard	-	11731	5,9
2	3B3d	Fourrés	Caducifolié	Subalpin		787	0,4
3	3C3c(5)	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard	Semidésertique	27854	14
4	3C4c	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard		8546	4,3
5	3C4c(5)	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard	Semidésertique	29232	14,7
6	3C5c	Fourrés	Xeromorphe	Montagnard	-	3274	1,6
7	3C4d	Fourrés	Xeromorphe	Subalpin		44739	22,5
8	3C3d(5)	Fourrés	Xeromorphe	Subalpin	Semidésertique	5323	2,7
9	3C5d	Fourrés	Xeromorphe	Subalpin	-	10062	5,1
10	4B3d	Fourrés bas	Caducifolié	Subalpin		8719	4,4
11	4B9d	Fourrés bas	Caducifolié	Subalpin	-	6488	3,3
12	5E14d	Herbacées	Graminée intermédiaire	Subalpin	-	5757	2,9
13	5F9d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin	-	1517	0,8
14	5F9h	Herbacées	Graminée bas	Alpin		9737	4,9
15	5F12d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin		2273	1,1
16	5F14d	Herbacées	Graminée bas	Subalpin		13676	6,9
17	5H12d	Herbacées	Hydromorphe	Subalpin		136	0,1
18	6	Zones agricoles et pâturages (semés et de succession secondaire)				8059	4,1
19	LR	Cours d'eau				671	0,3
TOTAL						198581	100



Annexe 8: Situation des zones protégées sur le territoire de El Puente



Annexe 9: Risques d'érosion hydrique de la municipalité de El Puente



Risque d'érosion hydrique :

	Très élevé
	Elevé
	Modéré
	Faible

Annexe 10: Description des produits recommandés

Tricobal

Produit à base de microorganismes bénéfiques (*Bacillus subtilis* et *Trichoderma* spp.). S'applique au moment du semis avec les engrais organiques. Agissent comme biofertilisants, promoteurs de croissance et biofongicides pour les champignons du sol. Peut s'appliquer de différentes façons :

- **Lors du semis :** Avec l'ensemenceuse SATIRI III modifiée qui présente un compartiment spécifique pour le Tricobal. Formulation granulée. 6 kg/ha.
- **Mélangé avec l'engrais organique :** Mélanger 1,5 tonne d'engrais organique avec 6 kg de Tricobal par hectare. Epandre l'ensemble lors du semis.
- **Autour des semences :** Formulation en poudre à une dose de 2 kg/ha. Pour l'application, verser 2 kg de Tricobal dans un récipient et mélanger à 1l d'eau. Ajouter au mélange 6 à 8 kg/ha de semences. Le résultat est une semence recouverte de Tricobal. Sécher les semences, les conserver dans l'obscurité et les semer.

Biobacillus

Il s'agit d'un promoteur de croissance et biofongicide à base de *Bacillus subtilis* et *Bacillus amyloliquefaciens*. Celles-ci produisent des substances régulatrices de croissance (comme l'acide indol-3-acétique), suppriment les maladies du sol par compétence et antibiose et induisent la résistance systémique.

Acaritop-Fungitop (bioinsecticide-biofongicide)

Il s'agit de biopesticides de contact. Ils combattent les ravageurs et maladies à la superficie des plantes. Leur action est effective tant qu'ils subsistent sur les feuilles. Ils combattent également le mildiou et éloignent les animaux comme les souris, les lapins, les vigognes et autres.

Biobat

Il s'agit d'un bioinsecticide liquide et en poudre. Il combat les larves de lépidoptères. C'est un bioisecticide d'ingestion dont le principe actif est la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis* Kurstaqui. Il est appliqué en préventif et n'est pas toxique pour les animaux ou l'être humain.

Entrust

Il s'agit d'un bioinsecticide organique dont le principe actif est le spinosad. Très efficace pour le contrôle des larves de lépidoptères. Non toxique pour les insectes bénéfiques et pour l'environnement. Agit par ingestion. Doit être utilisé en alternance avec le Biobat pour éviter l'apparition de résistance.

Vigortop

Il s'agit d'un biostimulant organique et liquide, promoteur de croissance foliaire qui peut s'utiliser pour une grande variété de plantes (quinoa, cultures annuelles, légumes, arbres fruitiers, plantes

ornementales, etc.). Très efficace chez les plantes stressées, il promeut la croissance grâce aux phytohormones et brassinolides qu'il contient.

Biograd

Il s'agit d'un biodégradeur de résidus organiques constitué par des microorganismes natifs qui permettent d'accélérer le processus de décomposition de la matière organique, permettant la disponibilité rapide de l'azote pour les plantes. Possibilité de l'appliquer sur les résidus des récoltes. Humidifie le fumier et diminue le temps de compostage de 50%.

Terrabiosa

Il s'agit d'un agent naturel qui facilite les processus de compostage en activant et biodégradant la matière organique. Elimine les odeurs indésirables. Constitué de microorganismes sélectionnés avec un pH de 3,5 et provenant d'herbes médicinales et aromatiques. Mélange de bactéries (dont certaines sont photosynthétiques), acides lactiques et levures.

(Proinpa, 2011).

6.2. Calendrier des activités

- **16/01/2013:** Début de la correspondance email avec le Professeur Thierry Hance et la doctorante Coralie Capella concernant la possibilité d'envisager des moyens de lutte biologique contre les ravageurs des cultures de quinoa.
- **21/01/2013:**
 - Début de la correspondance email avec le Professeur Sonia Collin et la Chargée de Recherches Meike Bröhan concernant les analyses de contenus énergétiques et nutritifs des grains de quinoa au Laboratoire de Brasserie et des Industries Alimentaires (UCL).
 - Rencontre avec la biologiste Claudia Oller (FAUTAPO) afin d'obtenir des données et informations concernant l'état de la biodiversité dans les municipalités de Yunchara et El Puente.
- **28/01/2013:** Participation à la réunion de crise organisée par la municipalité de Yunchara concernant les inondations de grande ampleur ayant eu lieu sur le territoire de la municipalité les 19, 20 et 21 janvier. Cette réunion rassemblait toutes les ONG actives sur le territoire et avait pour but principal de lever des idées d'actions pour venir en aide aux populations locales.
- **02/02/2013:** Tenue d'un stand d'information à la Feria de Copabana, dans la municipalité de Yunchara, dont le but était de faire connaître le Projet Quinoa et de promouvoir la consommation de quinoa via la distribution de fascicules explicatifs et de hamburgers à base de quinoa.

- **03/02/2013:** Mobilisation de l'ONG pour le téléthon de soutien aux victimes des inondations de Yunchara. Téléthon reporté au samedi suivant pour cause d'intempéries.
- **09/02/2013:** Participation au téléthon et vente de billets de tombola.
- **19/02/2013:** Rencontre avec l'ingénieur agronome José-Luis Castro (AMT) afin d'obtenir des informations concernant les composants biophysiques des municipalités de Yunchara et El Puente.
- **22/02/2013:** Participation à l'atelier de formation sur les bonnes pratiques agricoles de la culture de quinoa organisée dans la municipalité de Culpina.
- **26/02/2013:** Début de la correspondance email avec Louvain Développement via Daniel Perez Cueto et Vincent Henin concernant la demande de financement des analyses de contenu énergétique et nutritif des grains de quinoa.
- **27/02/2013:** Début de la correspondance email avec Violaine Jadoul, journaliste "Le Soir", en vue de la rédaction d'un article sur le Projet Quinoa.
- **16/03/2013:** Tenue d'un stand d'information à la Feria de Yunchara dont le but était de faire connaître le Projet Quinoa et de promouvoir la consommation de quinoa via la distribution de fascicules explicatifs et de hamburgers à base de quinoa.
- **21/03/2013:** Participation à l'atelier de formation sur les bonnes pratiques agricoles de la culture de quinoa organisée à Cienega Frontera, dans la municipalité de Yunchara.
- **27/03/2013:** Participation à l'atelier de cuisine organisé à Copacabana, dans la municipalité de Yunchara, dont le but était de promouvoir la consommation de quinoa par les familles en les faisant participer à l'élaboration de plusieurs recettes à base de quinoa et via la distribution d'un fascicule de recettes à base de quinoa créée par l'ONG.
- **04/04/2013:** Participation à une séance d'information sur la sécurité au travail.
- **Tous les lundis:** Participation aux réunions d'équipe avec tous les membres du Projet Quinoa.
- **13/04/2013 et 14/04/2013:** Activité hors-stage: aide au recensement d'arbres pour une étude d'incidences environnementales à Tarija.

6.3. Calendrier des contacts avec le maître de stage UCL

Des nouvelles de stage ont été envoyées par email à Marie-Paule Kestemont (Maître de stage UCL), Daniel Perez Cueto (Accompagnateur Louvain Coopération en Bolivie) et Vincent Henin (Accompagnateur Louvain Coopération en Belgique) aux dates suivantes: 28/01/2013, 28/02/2013, 28/03/2013 et 22/04/2013.

6.4. Adresses des différents contacts établis (« stakeholders »)

- **Gladys Alarcon**, Bourgmestre de Yunchara
 - Tel: +591/729.85.821
- **Petits producteurs de quinoa participant au projet**
138 producteurs de Yunchara et El Puente font initialement partie du projet.
- **Claudia Oller**, Biologiste à PROMETA (Proteccion del Medio Ambiente Tarija)
 - Email : coller@prometa.org.bo
 - Adresse: Calle Alejandro del Carpio N° 659 entre Calles Junin y O'connor, Tarija, Bolivia
- **José-Luis Castro**, Ingénieur agronome à l'AMT (Asociacion de los Municipios de Tarija)
 - Tel : +5914/666.33.17
 - Adresse: Avenida Julio Echazú N°280, Barrio Juan XXIII, Tarija, Bolivia
- **Josué Barroso**, Inspecteur technique à l'IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad)
 - Tel : +591/729.87.257
 - Email : josue.barroso@ibnorca.org
 - Adresse: Calle Bolivar N° 233 entre Calles Suipacha y Mendez, Tarija, Bolivia
- **Judith van den Bosch**, Consultante à la FAUTAPO (Fundación de Educación para el Desarrollo)
 - Tel : +591/601.776.77
 - Email : judith.maureen.bosch@gmail.com
 - Adresse: Final Calle O'connor Esquina Avenida de Las Américas - s/n, Tarija, Bolivia
- **Thierry Hance**, Professeur à l'UCL, Earth and Life Institute – Pôle Biodiversité
 - Tel: +3210/47.34.93
 - Email: thierry.hance@uclouvain.be
 - Adresse: Croix du Sud 4-5, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
- **Coralie Capella**, Assistante de Recherche à l'UCL, Earth and Life Institute – Pôle Biodiversité
 - Tel: + 3210/47.34.00
 - Email: coralie.capella@uclouvain.be
 - Adresse: Croix du Sud 4-5, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
- **Sonia Collin**, Professeur à l'UCL, Earth and Life Institute – Pôle Microbiologie Appliquée
 - Tel: + 3210/47.29.13
 - Email: sonia.collin@uclouvain.be
 - Adresse: Croix du Sud 2, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

- **Meike Bröhan**, Chargée de Recherches à l'UCL, Earth and Life Institute – Pôle Microbiologie Appliquée
 - Tel: + 3210/47.35.94
 - Email: meike.brohan@uclouvain.be
 - Adresse: Croix du Sud 2, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

- **Bernard Wathelet**, Professeur à l'ULg et Gembloux Agro-Bio Tech, Unité de Chimie Industrielle et Biologique
 - Tel: + 3281/62.22.25
 - Email: bwathelet@ulg.ac.be
 - Adresse: Passage des Déportés N°2, 5030 Gembloux, Belgique

- **Violaine Jadoul**, Journaliste « Le Soir »
 - Emails : violainejadoul@hotmail.com , violainejadoul@gmail.com