

RAID WINE 2023



Les adaptations de la filière viti-vinicole dans
un contexte d'aridification des sols provoqué
par le changement climatique

Martin PARDON & Dany BLANCHET



SOMMAIRE

1) **Synthèse** de l'expédition 2023

2) **Article** : Keyline plan for resilient agricultural management : Stakeholders, issues and context of adoption

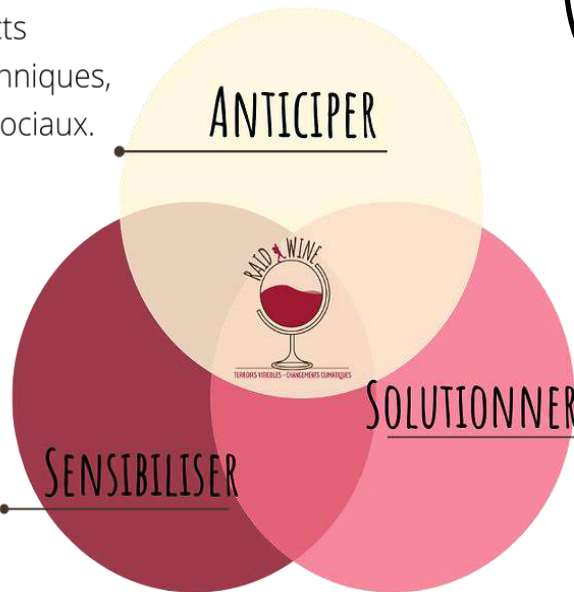


1

L'association

Les effets des changements climatiques sur les aspects agronomiques, techniques, économiques et sociaux.

le grand public et les professionnels de la filière française aux enjeux des changements climatiques et de la transition durable.

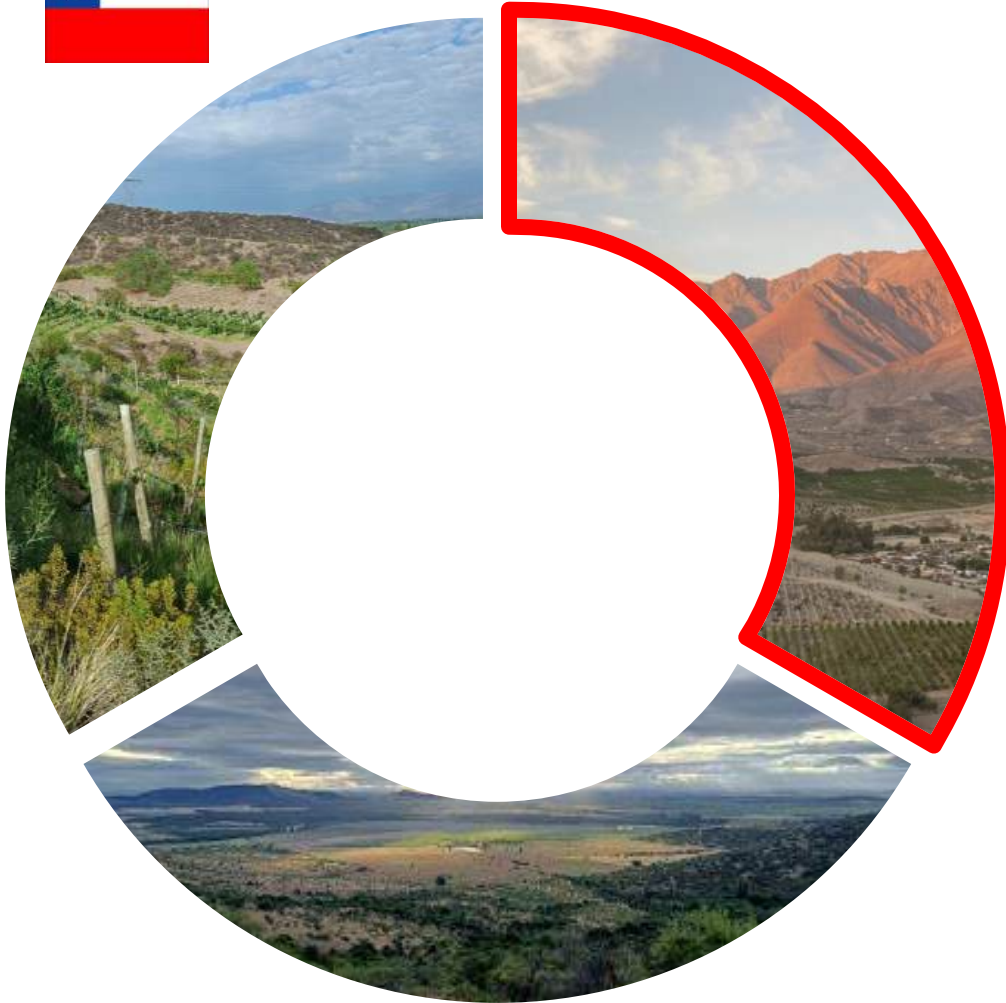


en recensant des clés d'adaptation et d'atténuation aux effets des changements climatiques.

2

Nos partenaires

UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER



Vallée d'Elqui





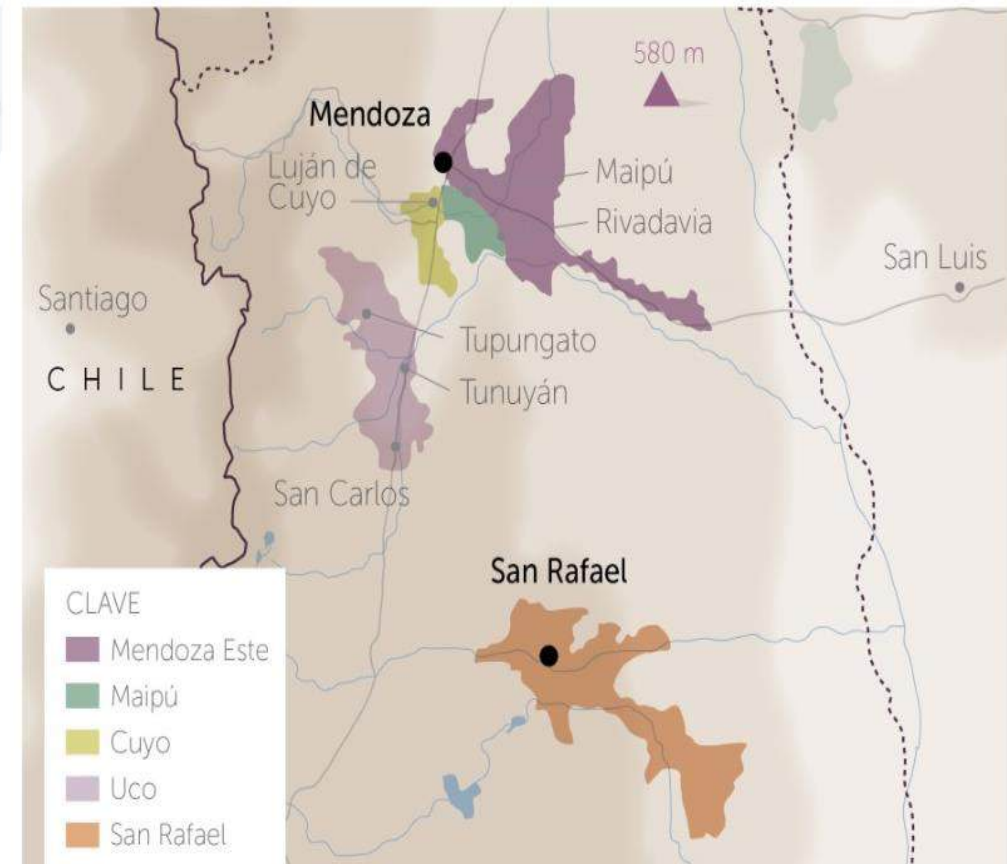
Région de Maule



Argentina



Province de Mendoza



Enquêtes

Facultés / Universités

Viticulteurs

Agronomes

Organismes de gestion de l'eau

Coopérative

Chercheurs, scientifiques

Etc...



I-

Climat et phénomènes d'aridification des sols

Vallée d'Elqui
Région de Maule
Mendoza

II-

Adaptations

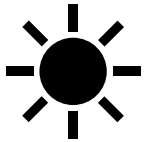
Optimisation de l'irrigation
Systèmes de conduite
Ombrage
Choix des cépages
Porte-Greffe
Vie du sol
Organisation du vignoble
Approche holistique



10-35°C



100 mm / an



Climat semi-
aride



Risque de pénurie total d'eau

Capacité des 2 barrages à un niveau critique

EMBALSE

al 27 de marzo 2024



Volumen Embalsado 8,7 Hm3

incluye Volumen Muerto 3,2 Hm3



EMBALSE

al 27 de marzo 2024



Volumen Embalsado 4,3 Hm3

incluye Volumen Muerto 0,5 Hm3



2024

<https://www.rioelqui.cl>





EMBALSE

al 09 de octubre 2025



Puclaro

Volumen Embalsado 46,2 Hm3

incluye Volumen Muerto 3,2 Hm3

Volumen embalsado
23%

EMBALSE

al 09 de octubre 2025



La Laguna

Volumen Embalsado 18,3 Hm3

incluye Volumen Muerto 0,5 Hm3

Volumen embalsado
48%

2025

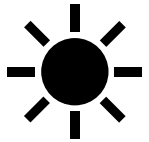
<https://www.riodelqui.cl>



5°C - 40 °C



400 mm/ an



Climat
Méditerranéen





**Phénomènes
d'aridification des sols**

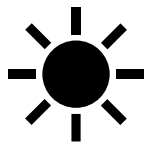
**Surexploitation
des sols**



0°C-45 °C



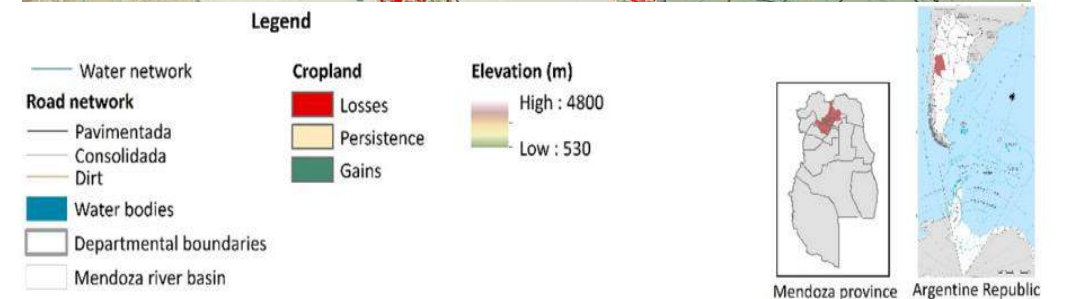
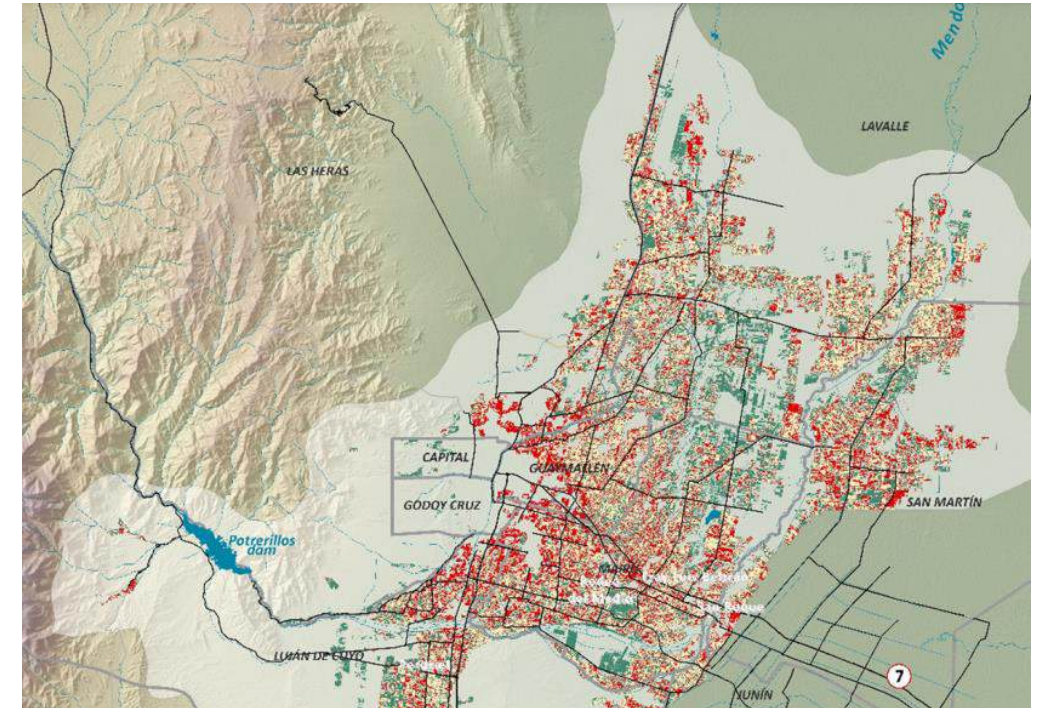
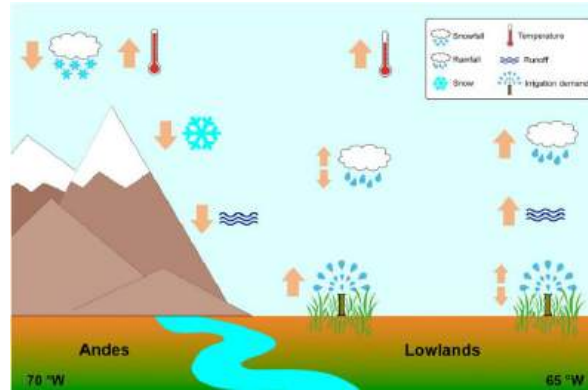
200 mm / an



Climat
semi-aride



La plus grande zone viticole d'Amérique du Sud



Carte des zones avec gains, pertes et persistance de vignoble (1986 vs. 2018) pour le bassin de la rivière Mendoza (Rojas et al. 2019)

Introduction

Vallée d'Elqui

Maule

Mendoza

Adaptations

ADAPTATIONS



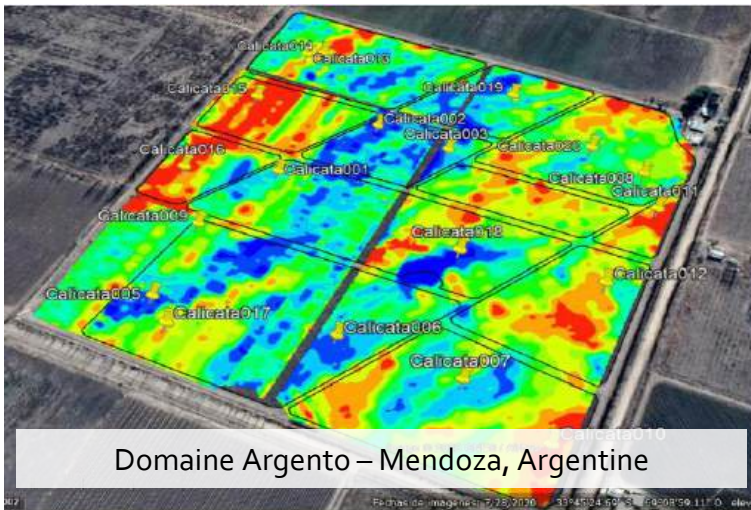
➤ Irrigation par submersion => Irrigation au goutte à goutte

➤ **Optimisation** et « technicisation » des systèmes d'irrigation

Exemple de cas rencontrés



Ferti-irrigation



Agriculture de précision

Taille Guyot



Pergola



Open Gable



Système libre

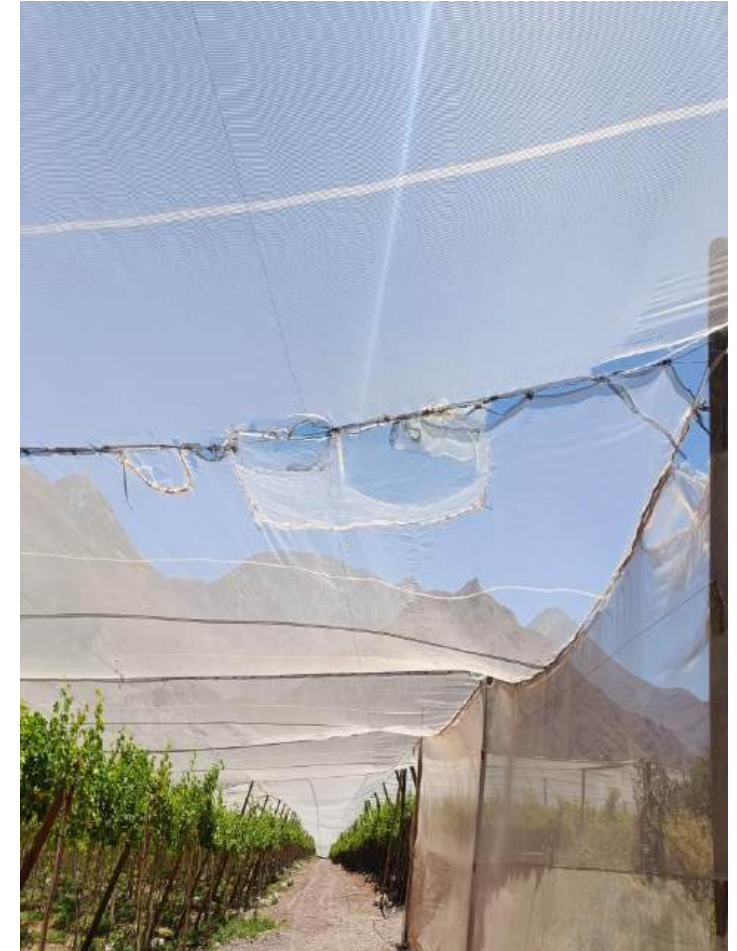




Simulation vignoble en
agrivoltaïque



Protection avec des filets blancs





Institut de recherche
agronomique et la
bodega Niven

➤ Ex : Bodega
ERASMO



Criolla en argentine

Cépage capable de survivre et
produire en environnement
extrême **sans irrigation**

Plus de **5000 variétés croisées**
volontairement ou naturellement



- Travaux de **l'INTA** (*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuarias*) et **l'INIA** (*Instituto de Investigaciones Agropecuarias*) sur les portes greffes endémiques
- **Greffe** de Carignan sur pied de País = résiste très bien à la sécheresse
- **Plants de País centenaires** systèmes racinaires développées



Bodega Argento, Mendoza Argentine



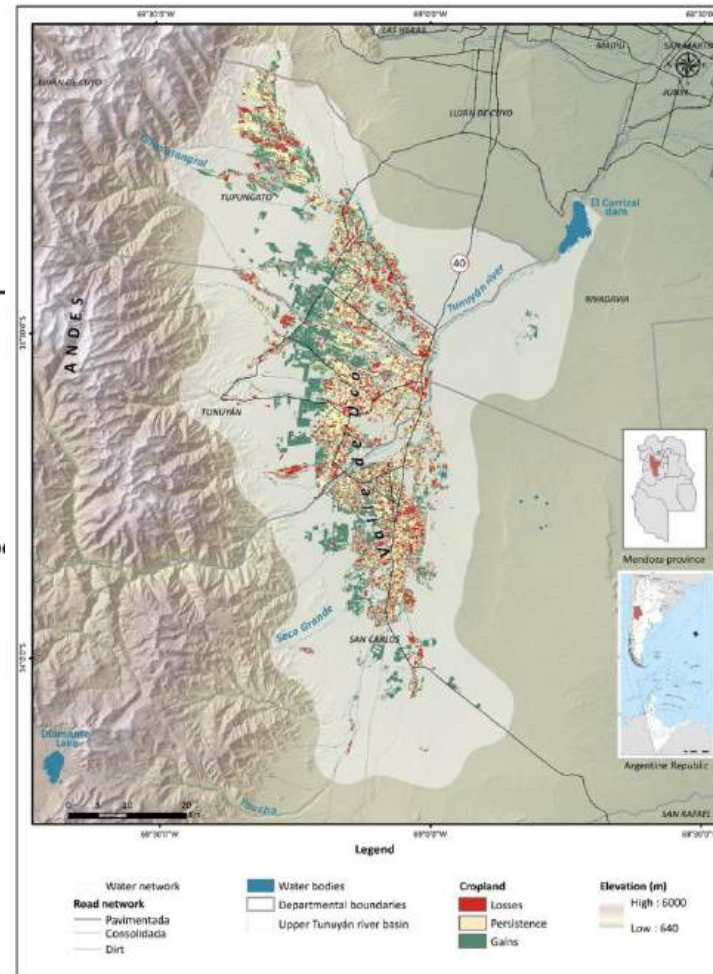


Applied Spatial Analysis and Policy (2020) 13:875–899
<https://doi.org/10.1007/s12061-020-09335-6>

Land Use and Land Cover in Irrigated Drylands: a Long-Term Analysis of Changes in the Mendoza and Tunuyán River Basins, Argentina (1986–2018)

Facundo Rojas¹  · Cecilia Rubio² · Martín Rizzo³ · Marta Bernabé⁴
 Nur Akil⁵ · Facundo Martín⁶

Received: 2 September 2019 / Accepted: 27 January 2020 /
 Published online: 29 February 2020
 © Springer Nature B.V. 2020





Rotations + Calendriers de passages



Conservation des sols



« Nous ne manquons pas d'eau, elle est là, disponible et en quantité suffisante. Nous la perdons simplement. Les techniques de viticulture conventionnelle ne permettent pas de retenir l'eau sur nos terres de manière optimale. Gardons cela à l'esprit »

Javier Rousseau, Bodega ERASMO, Chili



1. La gestion de l'eau en contexte de changement climatique : Le cas de la vallée d'Elqui au Chili

<https://www.linkedin.com/pulse/la-gestion-de-leau-en-contexte-changement-climatique-le-cas-vall%C3%A9e-k2rre/?trackingId=F5DgZDslJr3JSgeU7XQOQ%3D%3D>

2. Keyline

https://www.linkedin.com/posts/raidwine_raid-wine-2023-zoom-sur-le-keyline-activity-7147939878863794177-OzJP?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

3. Méthode d'adaptation au changement climatique : Influence de la litière forestière fermentée sur les propriétés hydriques des sols et sur la vigne

<https://www.linkedin.com/pulse/m%C3%A9thode-dadaptation-au-changement-climatique-influence-de-la-liti%C3%A8re-prshe/?trackingId=wB8JoJKwqHY7lmue1b6CFA%3D%3D>

4. S'adapter au changement climatique en utilisant l'échelle de permanence de la Keyline et la gestion holistique - Le domaine ERASMO au Chili

<https://www.linkedin.com/pulse/sadapter-au-changement-climatique-en-utilisant-l%C3%A9chelle-de-permanence-4zule/?trackingId=Vp7eVLzQ13M6FUsPAIfGqQ%3D%3D>

5. Menace sur la plus grande région viticole d'Amérique du Sud : Les conséquences inquiétantes du changement climatique

<https://www.linkedin.com/pulse/menace-sur-la-plus-grande-r%C3%A9gion-viticole-dam%C3%Agrique-du-sud-les-xrvle/?trackingId=SVVv12roP%2FUnU5mxHs2yPw%3D%3D>

6. Mendoza en Mutation : La relocalisation des vignobles face aux événements climatiques extrêmes, la solution ?

<https://www.linkedin.com/pulse/mendoza-en-mutation-la-relocalisation-des-vignobles-face-aux-rohue/?trackingId=NgAHg61NveqBMR5xL87qqQ%3D%3D>

7. Le rôle crucial des couverts végétaux dans l'adaptation de la viticulture, face au changement climatique - Le projet MatrizViva

<https://www.linkedin.com/pulse/le-r%C3%B4le-crucial-des-couverts-v%C3%A9g%C3%A9taux-dans-ladaptation-de-la-rlfge/?trackingId=%2FYAEE%2BHy7usdSEBxtQuTw%3D%3D>

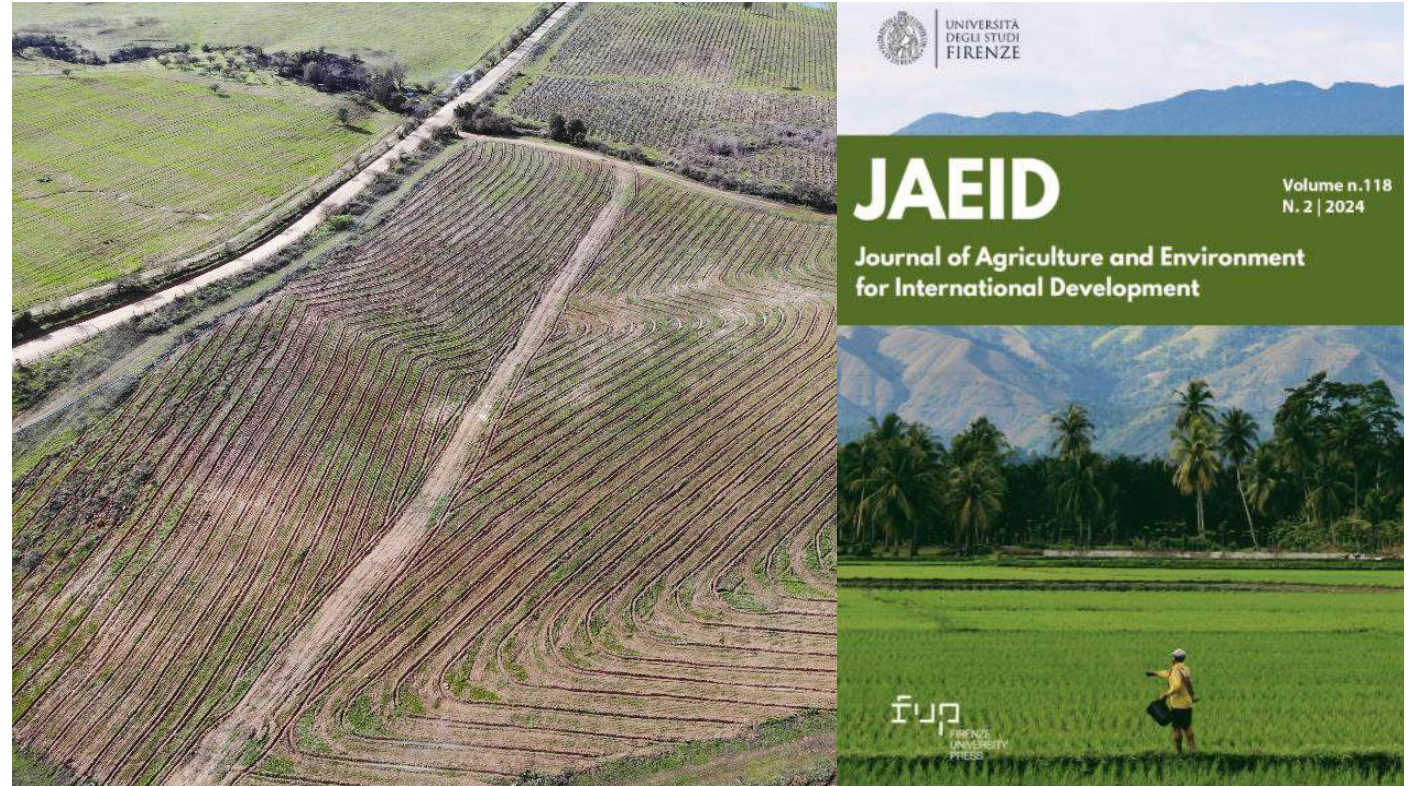
8. Choix des cépages : est-ce finalement l'un des plus grands leviers d'adaptation au changement climatique ?

<https://www.linkedin.com/pulse/choix-des-c%C3%A9pages-est-ce-finalement-lun-plus-grands-leviers-dadaptation-ayfxe/?trackingId=eQyytIHnpiU%2BmNukAr63CA%3D%3D>

Article scientifique

Keyline plan for resilient
agricultural management :
Stakeholders, issues and
context of adoption

D. Blanchet, M. Pardon, P. Rouault, D. Rizzo



Changement climatique



Agir à l'échelle des systèmes et des communautés (*Erekalo et al., 2025*)

Climate Smart Agriculture (CSA)

Rain Water Harvesting (RWH)

Agriculture de Conservation des Sols



Keyline Plan



Source : Keyline au Domaine des Quarres en Layon

- P.A. Yeomans (1954, 1958), Australie
 - Approche systémique

Fertilité des sols

Maximisation infiltration de l'eau

Ruissellement de surface / érosion

(Del Carmen Ponce-Rodríguez et al., 2021; Mondaca et al., 2024)

Principes

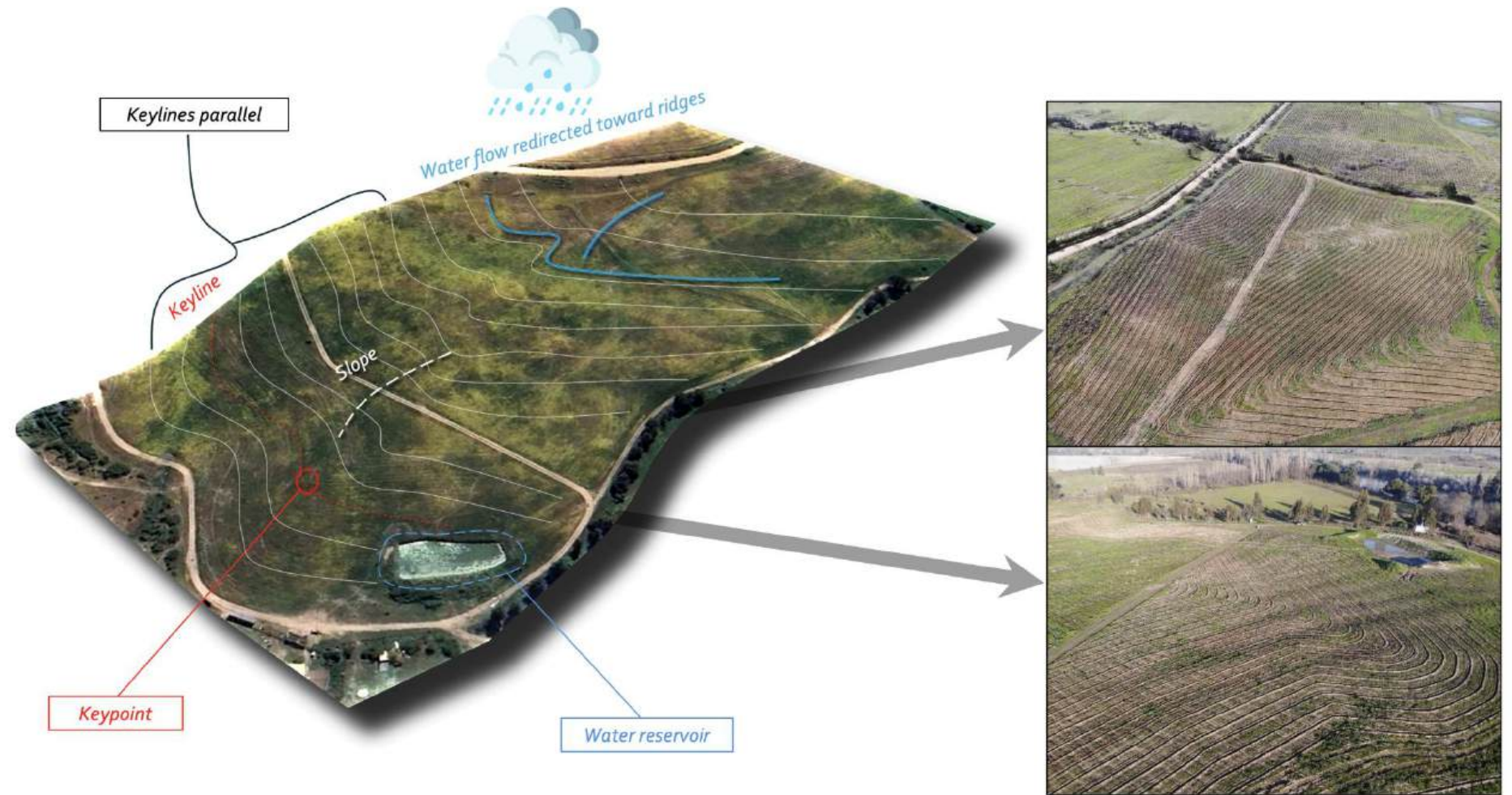


Figure 1 : Diagramme conceptuel à partir du vignoble Chilien

➤ Le Keyline est déjà mis en place par des agriculteurs

MAIS

**Validation scientifique
insuffisante**

(Mondaca et al., 2024 ; Currie, 2010; Lefroy, 2003)

**Peu voir pas d'études
empiriques**

+

Gaps dans la littérature

- ❑ Absence de typologies et de cadres (Qui ? Quoi ? Où ? Comment ?)
- ❑ Entrave à l'adoption et à la reproduction à plus grande échelle

Étude **Exploratoire** / **Synthèse** :

Acteurs, enjeux et contexte
d'adoption du Keyline

Problématique



Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders

D. J. Pannell^{A,F,G}, G. R. Marshall^B, N. Barr^{C,F}, A. Curtis^D, F. Vanclay^E and R. Wilkinson^{C,F}

Motivation

Facteurs socio-économiques

Conditions agro-pédo-climatiques

Permet le développement de
pratiques de conservation
résilientes

- **Cadre de référence :** Protocole PRISMA (*Page et al., 2021*)
- **Critères de sélection**
 - Contenu substantiel sur la méthode Keyline ou ses principes
 - Pertinence contexte et motivationnelle
 - Accessibilité du texte complet
- **Littérature grise & Scientifique**

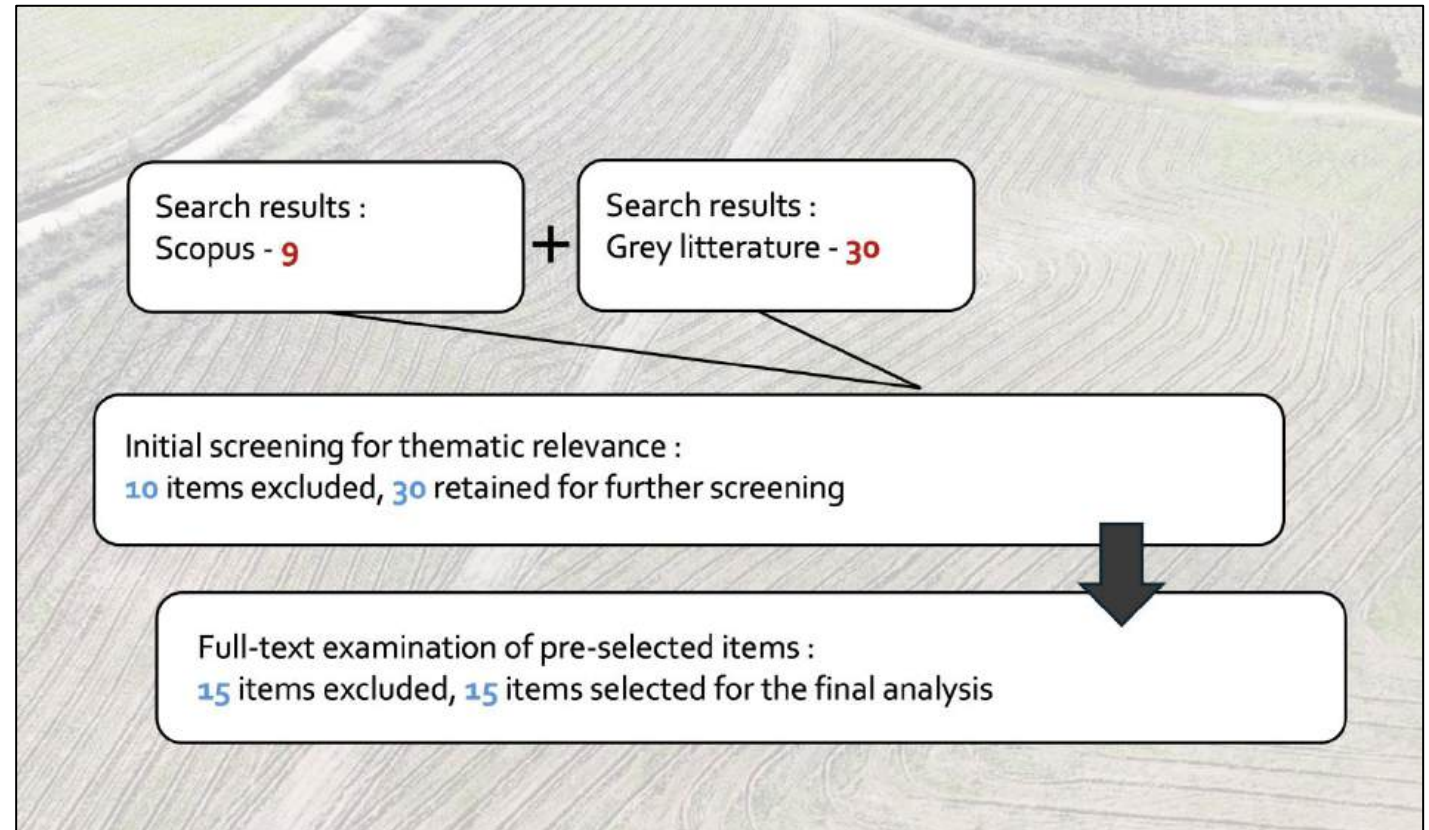


Figure 2 : Workflow de la sélection des items pour l'analyse – adapté de Adamsone-Fiskovica & Grivins, 2024

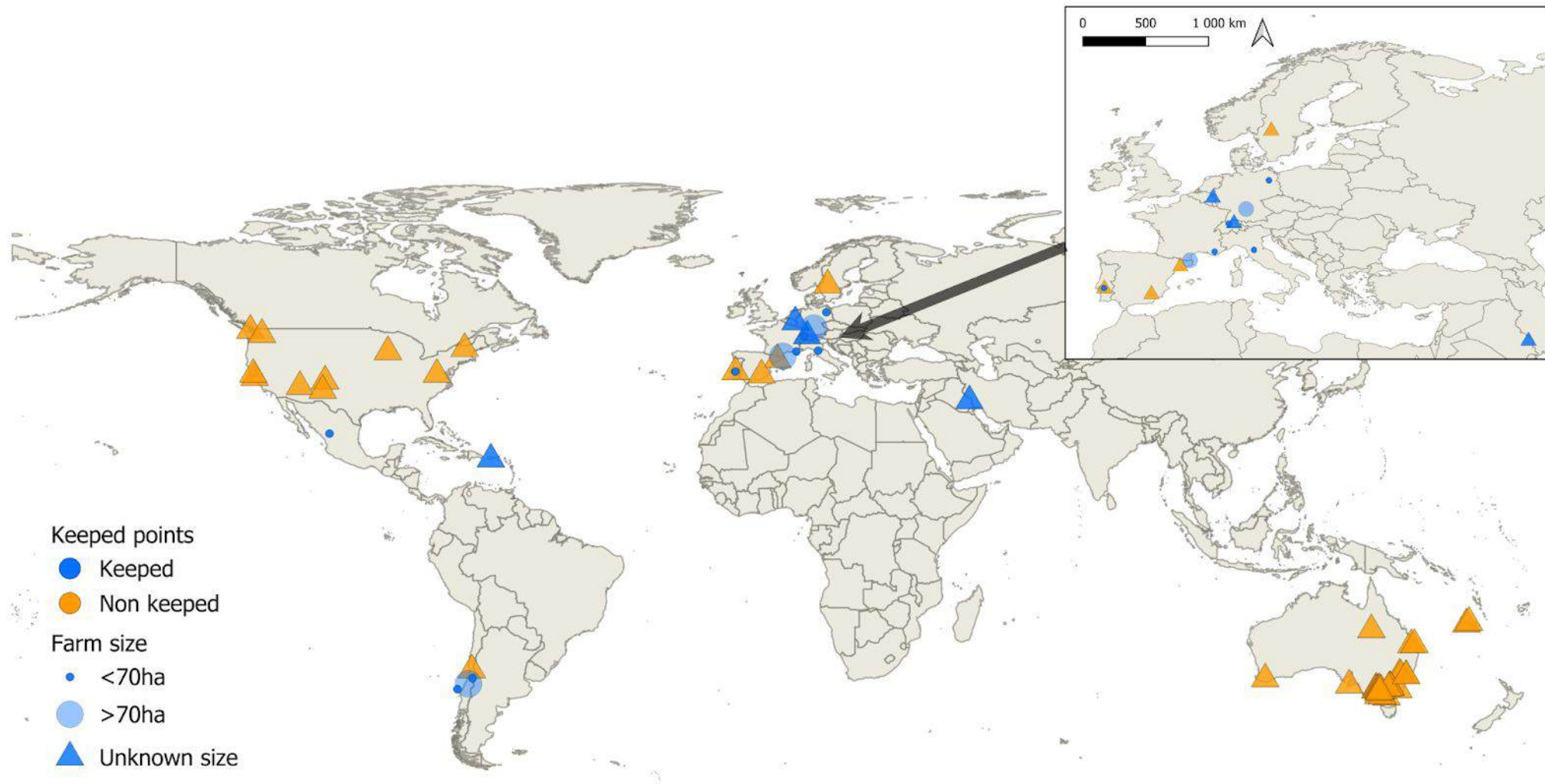


Figure 3 : Vue d'ensemble des cas d'études identifiés pour l'étude

Cadre conceptuel pour l'analyse du contexte Keyline

Critères d'identification :

- Profils des acteurs
- Spécificités contextuelles
- Motivations économiques & adaptation
- Alignement idéologique / intégration systémique

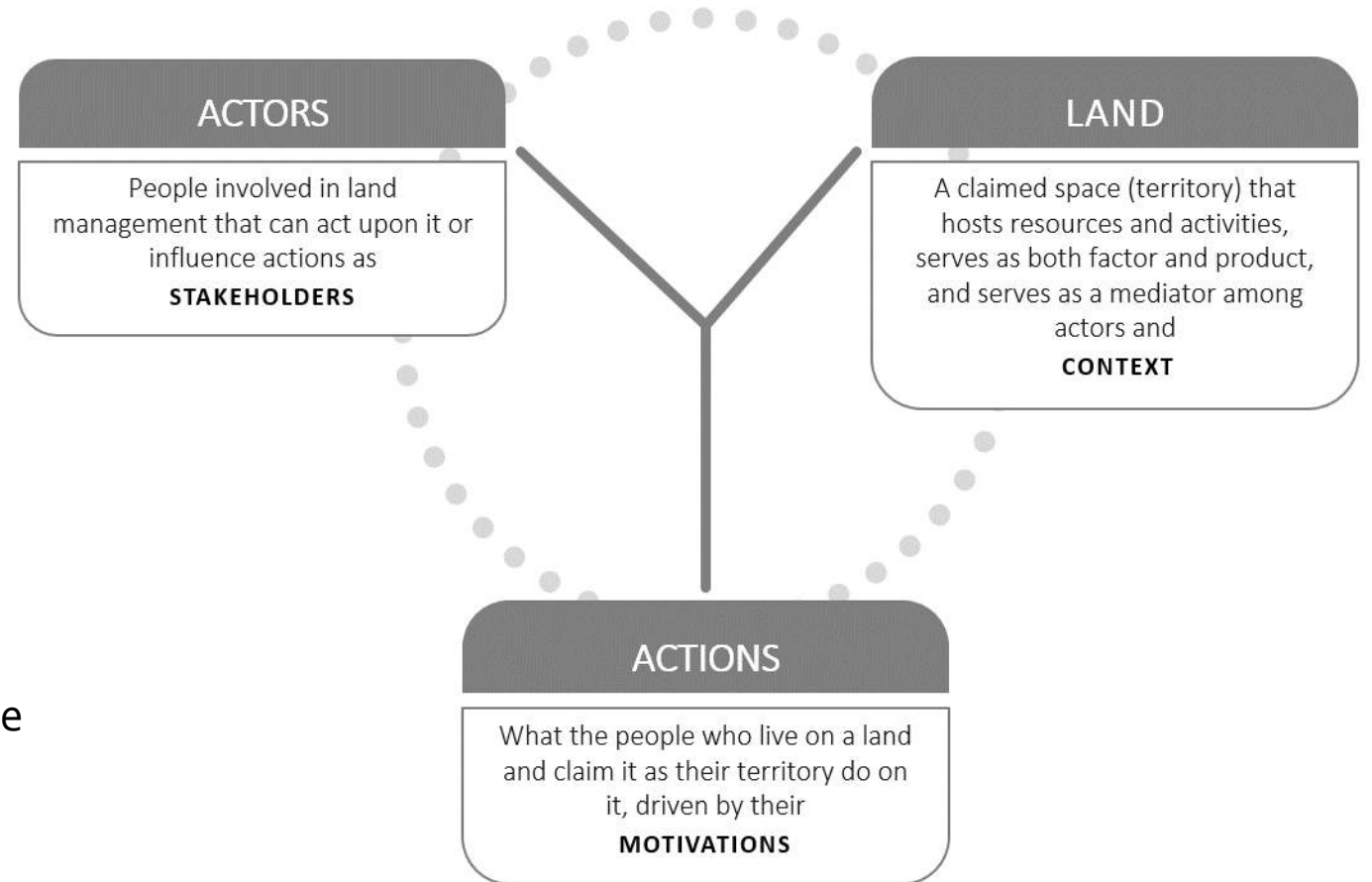


Figure 4 : Cadre conceptuel illustrant les critères d'analyse de la littérature – Adapté de Benoît et al., 2006.

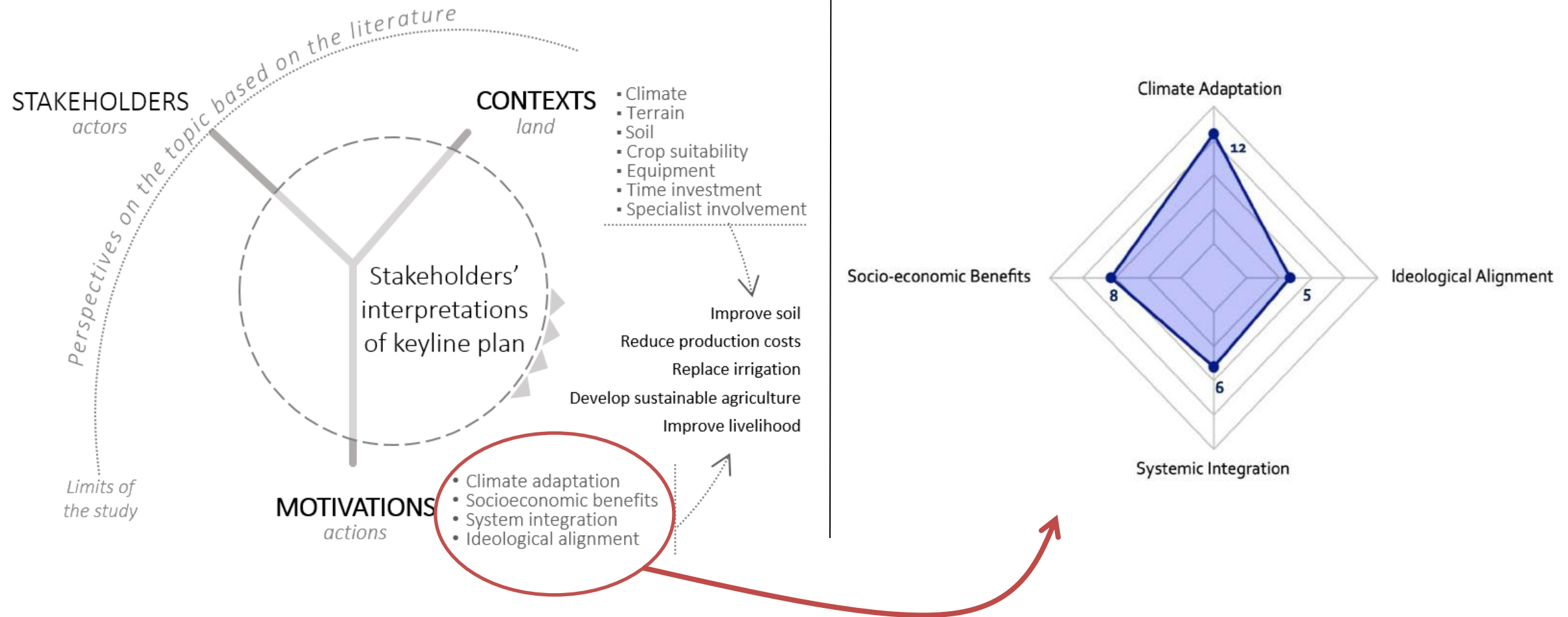


Figure 5 : Diagramme illustrant les résultats de la revue de la littérature.

Profil des acteurs

- Le Keyline attire un large éventail de **parties**: agriculteurs, agronomes, viticulteurs, spécialistes en permaculture, ingénieurs et chercheurs etc...
- Les systèmes de production et tailles d'exploitation variés (**1 ha à >300 ha**), montrant son adaptabilité
- La mise en œuvre **nécessite des connaissances** pratiques et théoriques, combinant formation, échanges et soutien de spécialistes

Spécificités contextuelles

- **Adapté** à des climats et terrains variés
- L'usage de technologies modernes (drones, LIDAR, niveaux laser) pose des **défis pour les exploitants** à faibles ressources
- Compatible avec divers types de cultures

Motivations et impacts

- **Amélioration** des sols, augmentation de la teneur en eau du sol (Mexique), réduction de l'érosion (Chili), optimisation de l'eau, réduction des intrants chimiques, réduction des coûts, gestion durable des ressources
- **Résilience** climatique, stabilité socio-économique, renforcement de la biodiversité et résilience communautaire

Étude centrée sur **quelques cas**

Dépendance de la **littérature grise** (biais possible)

LIMITES

Peu de suivi long terme documenté

Avantages

- Adaptabilité et variabilité des contextes agro-pédoclimatiques
 - Multi-bénéfices (environnement, social, économique)

Obstacles

- Nécessite compétences techniques et socio-techniques
- Coûts cachés : équipement spécialisé (LIDAR, charrues Yeomans), suivi long (3–10 ans)
- Accessibilité et formation : workshops structurés nécessaires pour adoption paysanne

Lacunes et perspectives

- Peu de cas en Afrique et Asie → tester la scalabilité du Keyline
- Documentation rare et ressources (workshops, formations) souvent payantes
 - Besoin de rendre l'information plus accessible

Manque de ressources complètes et intégration limitée dans cadres agricoles traditionnels (FAO, WOCAT)

Perspectives :

- **Développer** typologies standardisées et mécanismes de soutien ciblés
- **Étudier** dynamiques socio-économiques et systèmes de tenure foncière
- **Explorer** leviers politiques et stratégies d'institutionnalisation dans les services agricoles



Bibliographie

1. **Altieri**, M. A., Nicholls, C. I., & Montalba, R. (2012). Agroecology and climate change resilience. *Renewable Agriculture and Food Systems*.
2. **Biazin**, B., Sterk, G., Temesgen, M., Abdulkedir, A., & Stroosnijder, L. (2012). Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems in sub-Saharan Africa – A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 47-48, 139-151. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.08.015>
3. **Bouma**, J. A., Hegde, S. S., & Lasage, R. (2016). Assessing the returns to water harvesting : A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.012>
4. **Critchley**, W., & Siegert, K. (1991). *A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
5. **Del Carmen Ponce-Rodríguez**, Ma., Carrete-Carreón, F. O., Núñez-Fernández, G. A., De Jesús Muñoz-Ramos, J., & Pérez-López, M.-E. (2021). Keyline in Bean Crop (*Phaseolus vulgaris* L.) for Soil and Water Conservation. *Sustainability*, 13(17), 9982. <https://doi.org/10.3390/su13179982>
6. **Francis**, C., et al. (2003). Agroecology: The ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture*.
7. **Gliessman**, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press.
8. **Gras**, E. (s. d.), (2009) *Cosecha de agua y tierra Diseño con permacultura*.
9. **Iizumi**, T., Shiogama, H., Imada, Y., Hanasaki, N., Takikawa, H., & Nishimori, M. (2018). Crop production losses associated with anthropogenic climate change for 1981–2010 compared with preindustrial levels. *International Journal of Climatology*, 38(14), 5405-5417. <https://doi.org/10.1002/joc.5818>
10. **IPCC** 2021. (s. d.). Consulté 25 novembre 2024, à l'adresse https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf
11. **Jirata**, M., Grey, S., & Kilawe, E. (s. d.). *Ethiopia Climate-Smart Agriculture Scoping Study*.
12. **Kang**, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Progress in Natural Science*, 19(12), 1665-1674. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2009.08.001>
13. **Kifle**, T., Ayal, D. Y., & Mulugeta, M. (2022). Factors influencing farmers adoption of climate smart agriculture to respond climate variability in Siyadebrina Wayu District, Central highland of Ethiopia. *Climate Services*, 26, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100290>
14. **Ma**, W., Rahut, D.B. Climate-smart agriculture: adoption, impacts, and implications for sustainable development. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 29, 44 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11027-024-10139-z>
15. **Mollison**, B. (1988). *Permaculture: A designer's manual*. Tagari Publications.
16. **Mondaca**, P., Lebuy, R., Rojas, S., Aguas, J., Celis-Diez, J. L., & Díaz-Siefer, P. (2024). Contour furrowing reduces erosion and enhances soil moisture on semiarid hillslopes. *Geoderma Regional*, 38, e00826. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2024.e00826>
17. **Pannell**, D. J., Marshall, G. R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., & Wilkinson, R. (2006). Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(11), 1407. <https://doi.org/10.1071/EA05037>
18. **Pretty**, J. (2006). Agroecological approaches to agricultural development. *World Development*.
19. **Rockström**, J., et al. (2010). Managing water in rainfed agriculture. *Agricultural Water Management*.
20. **Salman**, M., Bunclark, L., AbuKhalaf, M., Borgia, C., Guarnieri, L., Hoffmann, O., Sambalino, F., van Steenberg, F., & Lebdi, F. (2016). Strengthening agricultural water efficiency and productivity on the African and global level: Status, performance and scope assessment of water harvesting in Uganda, Burkina Faso and Morocco. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). ISBN 978-92-5-109350-4.
21. **Shrestha**, Maharjan, S., Udas, E., & Aryal, K. (2024). Determinants of adoption of climate resilient agricultural solutions. *Agricultural Systems*, 221, 104139. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104139>
22. **Tambol**, T., Derbile, E.K. & Soulé, M. Use of climate smart agriculture technologies in West Africa peri-urban Sahel in Niger. *Sci Rep* 15, 2771 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82813-w>
23. **Van der Ploeg**, J. D. (2008). *The new peasantries: Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. Earthscan.
24. **WHO**. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization.
25. **Yeomans**, P. A. (1958). *The Challenge of Landscape : The Development and Practice of Keyline*. Keyline Pub, Sydney.
26. **Yeomans**, *The keyline plan*, 1954. (s. d.).