

Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Des solutions fondées sur la nature pour atténuer les risques naturels dans les régions montagneuses

Technical University of Munich
Emil – Ramann – Str6,
85354 Freising



Technische Universität München

Tuteur entreprise :
Aude Zingraff-Hamed
Post Doctorante

Tuteur académique :
Pierre Peeters

Augustin Joneau
IMA
2020-2021

Remerciements

J'adresse mes remerciements à ma tutrice Aude Zingraff-Hamed, professeure-docteure à l'université de Munich, qui m'a permis d'effectuer ce stage pour le programme européen PHUSICOS. Je suis reconnaissant de sa confiance, de son partage de connaissances et de sa disponibilité au cours de ce stage.

J'adresse également mes remerciements à Gerd Lupp, professeur-docteur à l'université de Munich pour son accompagnement lors de ce stage et ses précieux conseils ainsi que sa disponibilité.

Je tiens finalement à remercier Audrey Bails, gérante de la base de données PHUSICOS au BRGM d'Orléans pour m'avoir appris à utiliser la base de données ainsi que pour ses réponses apportées à mes interrogations.

Sommaire

Table des figures.....	2
Introduction.....	3
1. Le programme européen PHUSICOS	4
1.1 L'objectif de PHUSICOS.....	4
1.2 Définitions de « Solution basée sur la nature » ou nature-based solution (NBS) en anglais .	4
1.3 Les partenaires du programme	5
1.4 Sites démonstrateurs et cas conceptuels.....	6
1.5 Base de données PHUSICOS	7
2. L'inventaire des solutions basées sur la nature dans les Pyrénées.....	9
2.1 Préparation de l'inventaire.....	9
2.2 Préparation des recherches	11
2.3 Recherches en ligne des actions menées dans les Pyrénées	12
2.4 Contact des experts ou d'organisations spécialisées	14
2.5 Présentation et validation des résultats.....	15
2.6 Saisie dans l'inventaire	15
3. Saisie dans la base de données PHUSICOS	16
4. Mise en contact avec Mr B. Dupin.....	19
5. Présentation devant les partenaires du programme PHUSICOS.....	20
6. Réalisation de brochures.....	21
6.1 Brochure globale	21
6.2 Brochures spécifiques à chaque risque	23
Retour d'expérience	25
Conclusion	26
Bibliographie.....	27

Table des figures

Figure 1: Logo du programme européen PHUSICOS	4
Figure 2 : Les 15 partenaires du programmes PHUSICOS	5
Figure 3 : Carte des cas d'études de PHUSICOS; Sites démonstrateurs (*) et Cas conceptuels (o)	6
Figure 4 : Extrait de la carte de la base de données PHUSICOS	7
Figure 5 : Exemple d'évaluation d'une action	8
Figure 6: Code couleur de l'évaluation de la base de données PHUSICOS	8
Figure 7 : Les 17 objectifs de développement durable des Nations Unies	9
Figure 8 : Les 4 priorités de la convention de Sendai.....	9
Figure 9 : Caractérisation des attributs d'une solution basée sur la nature	10
Figure 10 : Carte des communes d'Andorre, de France et d'Espagne situées sur le territoire de la communauté de travail des Pyrénées	11
Figure 11: Cartes des "Bonnes actions"	12
Figure 12: Exemple de carte mentale utilisée lors des recherches.....	13
Figure 13 : Carte de localisation des solutions inspirées de la nature au Pays basque espagnol.....	14
Figure 14 : Exemple de diapositive résumant une action	15
Figure 15 : Catégorie des informations concernant une action sur la base de données PHUSICOS.....	16
Figure 16 : Exemple des modalités pour l'aspect temporel d'une action ou pour l'évaluation d'une action.....	17
Figure 17 : Critères pouvant être croisés dans la "Heatmap"	17
Figure 18 : Exemple de résultat de "Heatmap"	18
Figure 19 : Actions présentées lors des deux réunions avec les partenaires de PHUSICOS	20
Figure 20 : Intérieur de la brochure générale	22
Figure 21 : Exemple de brochure pour le risque érosion	24

Introduction

Dans le cadre de ma 4^{ème} année d'études supérieures et l'obtention de mon diplôme d'ingénieur du Génie de l'Aménagement et de l'Environnement, j'ai dû réaliser un stage de dix-huit semaines à l'université de Munich. Mon travail a concerné le programme européen PHUSICOS pour lequel l'université technique de Munich est un partenaire. Au vu de la situation sanitaire le stage s'est réalisé en distanciel.

A travers ce rapport, je vais détailler ce qu'est le programme PHUSICOS et quels ont été mes missions lors de ce stage. Enfin, j'expliquerai ce que j'ai tiré de cette expérience à travailler avec des chercheurs de l'université de Munich.

1. Le programme européen PHUSICOS

1.1 L'objectif de PHUSICOS

PHUSICOS (Figure 1), signifiant « selon la nature » en Grec, est un projet d'action et d'innovation d'une durée de 4 ans qui a débuté en mai 2018 et qui est financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne. Le programme PHUSICOS s'intéresse aux solutions basées ou inspirées de la nature (SBN) pour réduire les risques naturels induits par des événements météorologiques extrêmes dans des zones particulièrement vulnérables, comme le sont les zones rurales en montagne. L'objectif est de démontrer que ces solutions sont techniquement viables, rentables et applicables à l'échelle régionale. Le principe de PHUSICOS est que la nature elle-même est une source d'idées et de solutions pour atténuer les risques causés par le changement climatique. Car les conceptions de la nature sont souvent élégantes, efficaces et sobres, la mise en œuvre de solutions basées sur la nature peut fournir une résilience écologique, sociale et économique à la société. Comme peuvent le fournir également des infrastructures vertes, bleues, grises ou encore hybride (Fohlmeister et al., 2018).



Figure 1: Logo du programme européen PHUSICOS

1.2 Définitions de « Solution basée sur la nature » ou nature-based solution (NBS) en anglais

Il existe plusieurs définitions officielles des solutions basées sur la nature mais celle retenue au départ par PHUSICOS et celle formulé par la commission européenne en 2015. Cette dernière énonce que « les solutions basées sur la nature sont des solutions vivantes inspirées, soutenues en permanence par la nature et utilisant celle-ci. Elles sont conçues pour relever divers défis environnementaux d'une manière efficace en termes de ressources et adaptable et pour fournir simultanément des avantages économiques, sociaux et environnementaux » (EC, 2015a).

Cependant la commission européenne a changé plusieurs fois la définition et ces dernières sont aujourd'hui définies comme « des solutions inspirées et soutenues par la nature, qui sont rentables, offrant simultanément des avantages environnementaux, sociaux et économiques et contribuant à renforcer la résilience. De telles solutions apportent plus de nature ainsi que des caractéristiques et processus naturels plus diversifiés dans les villes, les paysages dont les paysages marins, grâce à des interventions adaptées localement, efficaces en termes de ressources et systémiques. Les solutions basées sur la nature doivent bénéficier à la biodiversité et soutenir la fourniture d'une gamme de services écosystémiques" (EC, 2021).

1.3 Les partenaires du programme

Ce projet rassemble 15 organisations (Figure 2) de 7 pays différents qui sont les suivants : Norvège, Allemagne, Autriche, Italie, France, Espagne et Suisse.



Figure 2 : Les 15 partenaires du programmes PHUSICOS

Parmi ces partenaires nous retrouvons des instituts de recherches en géotechnique (comme le Norwegian Geotechnical Institute ou encore le Bureau de recherches géologiques et minières), un institut menant des recherches interdisciplinaires sur les problèmes critiques des changements environnementaux, économiques, technologiques et sociaux (IIASA), la communauté de travail des Pyrénées (CTP), un centre de recherche écologique et d'application forestière (CREAF), un comité de bassin hydrographique italien (ADBS), l'agence Ter (un cabinet d'architecture du paysage basé à Paris), un comté norvégien ainsi qu'une entreprise privée (Risques et Développement) et six universités.

Le programme se concentrant sur les zones de montagne, il est compréhensible de retrouver comme partenaires du projet les pays où se situent les Alpes et les Pyrénées. La Norvège, ou plutôt l'Institut Géotechnique Norvégien (NGI) est quant à elle l'initiateur du programme. En effet la Norvège est un pays majoritairement occupé par des montagnes.

PHUSICOS comprend notamment des partenaires des unités administratives locales et régionales. Ces partenaires sont concernés par PHUSICOS étant donné que ce sont les utilisateurs visés par le projet, ce sont ceux qui seront amenés à s'inspirer des solutions basées sur la nature pour les transposer sur leur territoire.

1.4 Sites démonstrateurs et cas conceptuels

Afin de démontrer la viabilité des solutions basées sur la nature visant à réduire le risque d'événements météorologiques extrêmes dans les zones de montagnes, PHUSICOS a participé à la mise en œuvre de cas d'étude en Europe (Figure 3). Ces cas d'études comprennent trois sites démonstrateurs (projets à grande échelle) et 2 cas conceptuels (projets à petite échelle).

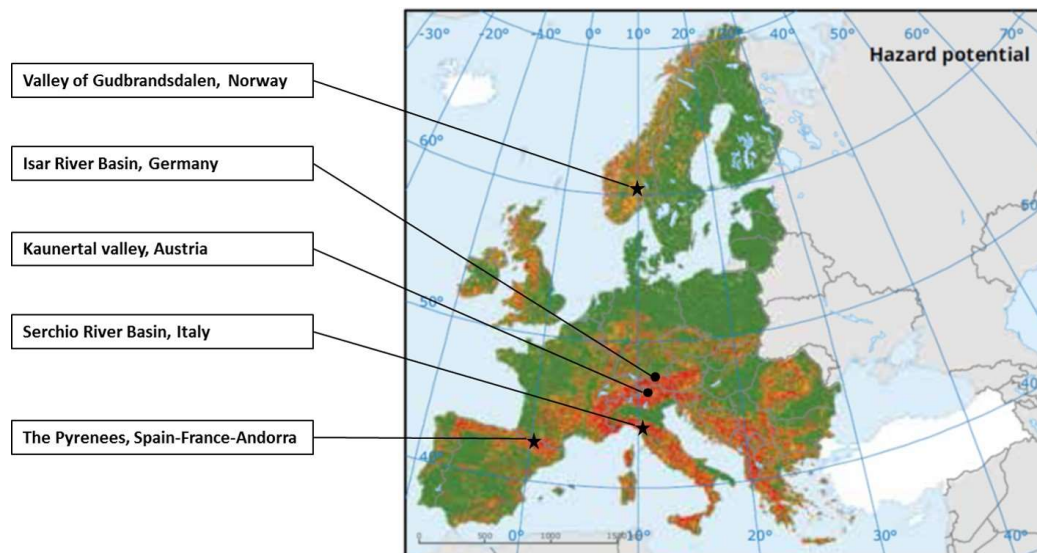


Figure 3 : Carte des cas d'études de PHUSICOS; Sites démonstrateurs (*) et Cas conceptuels (o)

Les 3 sites démonstrateurs sont :

- Le bassin de la rivière Serchio en Italie : ce site consiste en la mise en place de zones tampons entre des zones agricoles et des canaux. Le but est de limiter le transfert de polluants dans les canaux mais aussi d'améliorer la rétention des particules du sols. De plus cela permet de maintenir la biodiversité et de diversifier les paysages agricoles.(Solheim, 2019)
- Le site des Pyrénées : ce projet comporte un total de 5 actions concernant les avalanches, les chutes de pierres ainsi que les inondations. Les actions vont de la reforestation d'une pente de montagne pour freiner les avalanches à la renaturation d'une berge d'une rivière afin de lui allouer plus d'espace en cas d'inondation.(Solheim, 2019)
- La vallée de Gudbrandsdalen : la mesure proposée ici est la suppression d'une protection artificielle (« Grey infrastructure » en anglais) contre les inondations et de construire une nouvelle barrière verte plus loin de la rivière. Cette barrière serait composée uniquement de matériaux locaux et naturels. La barrière sera située entre des zones agricoles et la plaine inondable boisée de la rivière. Le but est de protéger les zones urbaines tout en donnant plus d'espace à la rivière lors des inondations, ce qui a pour effet de donner à cette plaine d'inondation de la valeur en tant que zone humide.(Solheim, 2019)

Les 2 cas conceptuels sont :

- La rivière Isar à Munich : cette action a été déjà effectuée et terminée. Elle consistait à réduire le risque inondation ainsi que l'incision de la rivière, à améliorer l'aspect récréatif de la rivière mais aussi d'améliorer le statut écologique de la rivière et de sa plaine d'inondation. Afin d'atteindre un tel objectif, l'action menée a été de restaurer le cours naturel de la rivière qui était canalisé avant mais aussi d'éliminer les obstacles à la continuité écologique.(Solheim, 2019)
- La vallée de Kaunertal en Autriche : le projet mené ici est un projet de recherche à petite échelle. Le but est la revégétalisation des pentes érodées dans les hautes montagnes suite au retrait glaciaire. L'étude menée en Autriche a pour ambition d'être applicable à large échelle dans toutes les zones de montagnes concernées par la même problématique.(Solheim, 2019)

1.5 Base de données PHUSICOS

En plus des différents cas d'études que met en avant le programme PHUSICOS, il existe notamment une base de données en ligne tenue par le BRGM d'Orléans (<http://phusicos.brgm-rec.fr/search>). Cette base de données est un inventaire des actions menées en Europe dans les zones de montagne. On y retrouve principalement des actions dans les Alpes (Figure 4) et bientôt dans les Pyrénées.



Figure 4 : Extrait de la carte de la base de données PHUSICOS

Cette base de données a notamment pour objectif de permettre aux acteurs locaux de s'informer sur cette problématique. La base de données permet en effet de voir ce qui se fait ailleurs et peut ainsi aider les élus dans leurs décisions. Par exemple, dans le cas d'une commune concernée par des problèmes d'inondation, les élus de cette commune peuvent se rendre sur la base de données et chercher facilement toutes les actions menées contre les inondations. Cela peut ensuite permettre aux acteurs de transposer une solution chez eux si tel est leur souhait.

La base de données contient, pour le moment, 155 actions et 78 projets ou programmes à plus grande échelle. Il est possible de rechercher une action selon plusieurs informations :

- écosystème impacté : cultures agricoles, prairies, zones pastorales, lacs, montagnes, rivières, aires urbaines, zones humides, bois et forêts
- risque concerné : sécheresse, érosion, inondations, retrait glaciaire, vague de chaleur, glissement de terrain, chutes de pierres, avalanches
- biens exposés : Agriculture, aires résidentielles ou urbaines, zones industrielles, Hôpitaux ou écoles, routes, chemins de fer

Pour chaque action on retrouve un résumé détaillé contenant ces précédentes informations avec notamment la localisation, une description de l'action, les acteurs concernés, le coût de l'action ainsi que l'aspect temporel de l'action (temps de mise en œuvre et temps d'atteinte à l'efficacité). On retrouve notamment une page évaluation (Figure 5).

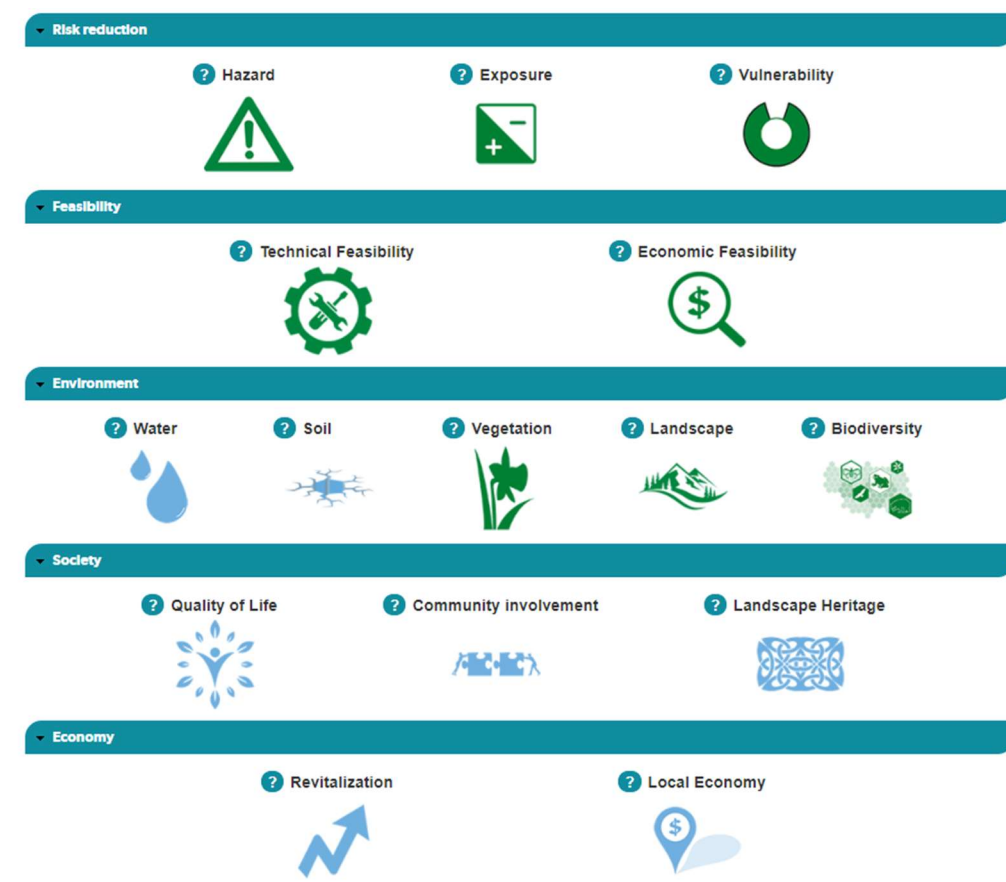


Figure 5 : Exemple d'évaluation d'une action

On retrouve dans cette évaluation 5 catégories concernant la réduction du risque, la faisabilité (technique et économique), l'environnement (eau, sol, végétation, paysage et biodiversité), la société et l'économie. L'évaluation se fait sur la base d'un code couleur (Figure 6).

+		Impact positif
-		Impact négatif
+/-		Impact positif et négatif
0		Pas d'impact
?		Impact inconnu
NA	N/A	Non concerné

Figure 6: Code couleur de l'évaluation de la base de données PHUSICOS

2. L'inventaire des solutions basées sur la nature dans les Pyrénées

Ma principale tâche lors de ce stage a été de réaliser l'inventaire des actions menées dans les Pyrénées pouvant être définies comme des solutions basées sur la nature. Ce travail s'est déroulé entièrement en télétravail et les recherches ont donc été faites en ligne, sur internet.

2.1 Préparation de l'inventaire

Lors de ma première réunion avec ma tutrice, cette dernière m'a présenté le programme PHUSICOS et m'a fourni des documents pour que j'appréhende le sujet des solutions basées sur la nature. La toute première chose à faire afin de préparer l'inventaire était de préparer une base de données personnelle sur Excel. Il me fallait donc définir ce qu'était une solution basée sur la nature et déterminer tous les attributs s'y rattachant. Pour se faire j'ai donc recherché plusieurs bases de données déjà existantes dont celle de PHUSICOS afin de voir quels attributs étaient utilisés.

Il en est ressorti que les informations les plus récurrentes concernaient les informations générales sur l'action (un nom, une description, un contact), les informations géographiques, l'exposition au(x) risque(s), une description complète de la solution et les bénéfices apportés.

On retrouvait parfois des informations concernant les acteurs, l'aspect financier et l'aspect temporel, mais également les objectifs de développement durable (en anglais, Sustainable Development Goals (SDG)) mis en place par les Nations Unies (Figure 7) ainsi que les priorités de la convention de Sendai (Figure 8) qui concerne le risque catastrophe, sa gestion et la réponse apportée.

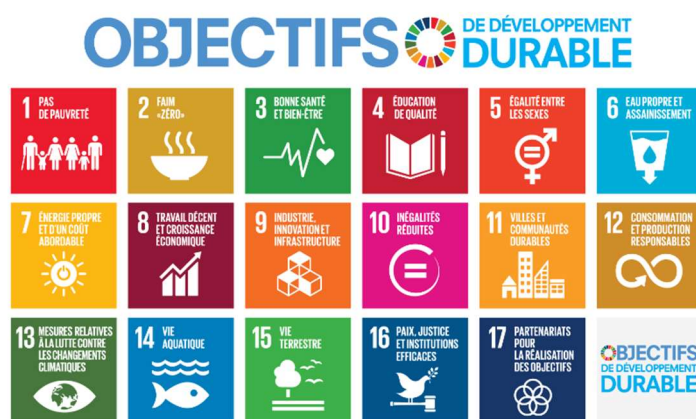


Figure 7 : Les 17 objectifs de développement durable des Nations Unies
Crédits : Fédération genevoise de coopération

Priorité	Action
1	Comprendre le risque de catastrophe
2	Renforcer la gouvernance en matière de risque catastrophe afin d'améliorer la gestion du risque
3	Investir dans la réduction du risque de catastrophe pour la résilience
4	Améliorer la préparation aux catastrophes pour une réponse efficace et pour "mieux reconstruire" lors du rétablissement, de la réhabilitation et de la reconstruction.

Figure 8 : Les 4 priorités de la convention de Sendai

Les différentes informations citées précédemment se retrouvant très souvent et ayant déjà déterminé un nombre conséquent d'attributs, j'ai décidé d'arrêter la recherche et de réaliser ma propre liste d'attributs sur Excel. J'ai également ajouté une quinzaine d'attributs de mon propre chef à partir de mes lectures et discussions avec ma tutrice. Le but étant de décrire au mieux possible l'action et sa mise en place par les différents acteurs concernés.

À la fin de la préparation de l'inventaire j'avais défini un total de 44 attributs répartis en 12 catégories afin de caractériser une action (Figure 9).

Afin de pouvoir réunir les actions en fonction de différents aspects j'ai réfléchi à la mise en place de différentes modalités possibles pour les attributs. Le but ici étant de réunir les actions en fonction de leurs attributs. Par exemple, si je veux retrouver les actions concernant les feux de forêt il me suffira de regarder les actions concernées par la modalité « Fire » pour l'attribut « Hazard concerned ».

Cela s'est avéré utile par la suite pour la présentation des actions aux partenaires de PHUSICOS ou pour la réalisation de brochures qui ont nécessité de faire des statistiques sur les actions.

Categories	Features	Modalities										
General informations	#ID	ID Code										
	#Name	NBS's name										
	#Description / Implementation	Summary of the action										
	*Contact	Contact info.										
	#Link	External link										
Geographical informations	Entry date											
	#Location latitude											
	#Location longitude											
	Country											
	City											
Risk exposure	#Inhabitants											
	Environment	Urban	Rural									
	#Ecosystem(s) exposed to the risk	Rivers	Forest/Woodland	Grasslands	Heathland	Crops	Wetlands	Mountains	Lakes	Urban areas	~Urban Green spaces	Other
	#Exposition	Habitations	Industries	Hospitals/Schools	Roads/ Railways	Agriculture	Urban area	Water / electricity supply	Rural area	Other		
	#Hazard(s) concerned	Drought	Erosion	Floods	Glacial retreat	Heat wwave	Landslides	Rockfall	Avalanche	Fire	Other	
Solution	Risk increased by climate change	Yes	No	Unknown								
	Strategy	Prevention	Preparedness	Response	Resilience	Mitigation	Other					
	Ecosystem supporting NBS	Rivers	Forest/Woodland	Grasslands	Heathland	Crops	Wetlands	Mountains	Lakes	Urban areas	~Urban Green spaces	Other
	Objectives	Risk Reduction	Restoration of ecosystems	Biodiversity	Development of economy	Leisure	Heritage enhancement	Other				
	Category of the ecosystem	Rivers	Wetland	Land								
Outcomes	Category of the measure	Green	Blue	Grey								
	Description											
	* Benefits											
	~Beneficiaries											
	#Negative impacts											
Actors	#Co-benefits	Eco-services	Socio-economic	Other								
	Description co-benefits											
	*Coordinator	Names										
	Key stakeholders											
Organisation	Planning system	Top-down / Informative	Participative	Collaborative	Other							
	Type of organisations involved	Local authority	Regional authority	National authority	Env. Agency (Water, Forest ...)	Company	Association	University/ Institute of research	Other			
	#Funder(s)	Business sector	Community / Civil society	National government	Local Government (City, Metropolis ...)	Regional Government	Other					
	#Cost											
	Financing mecanism	Research project*	Provided(regional fund)*	Compensation measure*	Exceptional funding*	Local fund	National fund	European fund	Auto-financing			
Temporal aspect	Start date											
	#Implementation time											
	#Design life time of the action	Short	Middle	Long								
	Duration full efficiency	Short	Middle	Long								
	Current statut											
Monitoring	~Monitoring	Yes	No									
	~Method of monitoring	Description monitonring										
	#SDG											

Figure 9 : Caractérisation des attributs d'une solution basée sur la nature

2.2 Préparation des recherches

À la suite de la caractérisation des solutions basées sur la nature et la préparation de l'inventaire, j'ai préparé les recherches. C'est-à-dire que j'ai dû déterminer une limite géographique des Pyrénées afin de déterminer dans quelle aire mener les recherches. Il s'est avéré que sur le site de l'observatoire pyrénéen du changement climatique il existait une couche SIG représentant les limites du territoire de la communauté de travail des Pyrénées. Je me suis donc servi de cette couche afin de créer une carte de l'aire où j'allais mener mes recherches (Figure 10). De plus, j'ai souhaité lister toutes les communes d'Andorre, de France et d'Espagne présentes sur cette aire. Ainsi, lorsque je trouvais une action et la ville où celle-ci était mise en place, il me suffisait grâce à la fonction recherche sur Excel de savoir si la ville était, ou non, dans les limites.

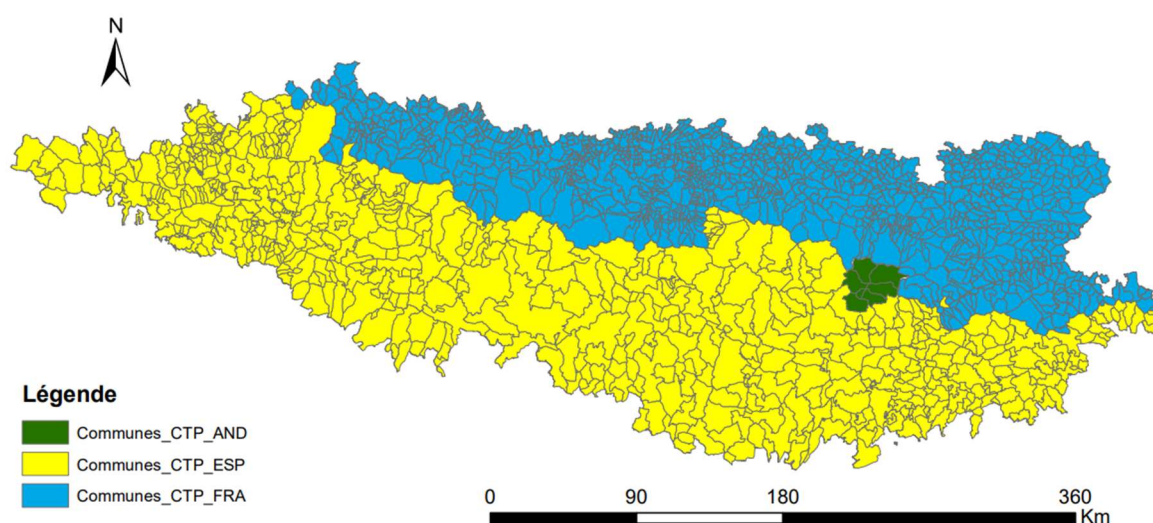


Figure 10 : Carte des communes d'Andorre, de France et d'Espagne situées sur le territoire de la communauté de travail des Pyrénées

Afin de réaliser cette liste, j'ai trouvé en ligne les couches des communes des trois pays concernés. Pour la France ces données étaient disponibles sur data.gouv tandis que pour l'Espagne et l'Andorre j'ai utilisé le site Global Administrative Areas (GADM). C'est une base de données des contours vectoriels des frontières administratives. Le projet est développé par Robert Hijmans de l'université de Californie à Berkeley. (« Global Administrative Areas », 2021)

Ensuite, j'ai dû extraire les différents fichiers .csv des couches et les mettre en forme sur Excel afin d'obtenir une liste propre de toutes les communes. Un total de 2143 communes sont présentes sur ce territoire dont 7 en Andorre, 797 en Espagne et 1339 en France.

À la suite de cette préparation, j'ai pu commencer mes recherches en ligne.

2.3 Recherches en ligne des actions menées dans les Pyrénées

Les recherches se sont déroulées en ligne pour l'ensemble des actions.

Tout d'abord, grâce au site de la communauté de travail des Pyrénées (CTP) et de l'observatoire pyrénéen du changement climatique (OPCC), j'ai pu commencer à effectuer mon inventaire. En effet, sur leur site web se trouve une carte des « bonnes actions » qui ont lieu dans les Pyrénées (Figure 11) avec pour chaque action une description et un lien vers un site concernant l'action. Pour chaque « bonne action » j'ai donc été à la recherche d'informations pour savoir si l'action pouvait ou non être considérée comme solution inspirée de la nature. Je me référais à chaque fois à la définition de la Commission Européenne qui est la définition retenue pour le programme PHUSICOS (cf. 1.2 Définitions de « Solution basée sur la nature »).

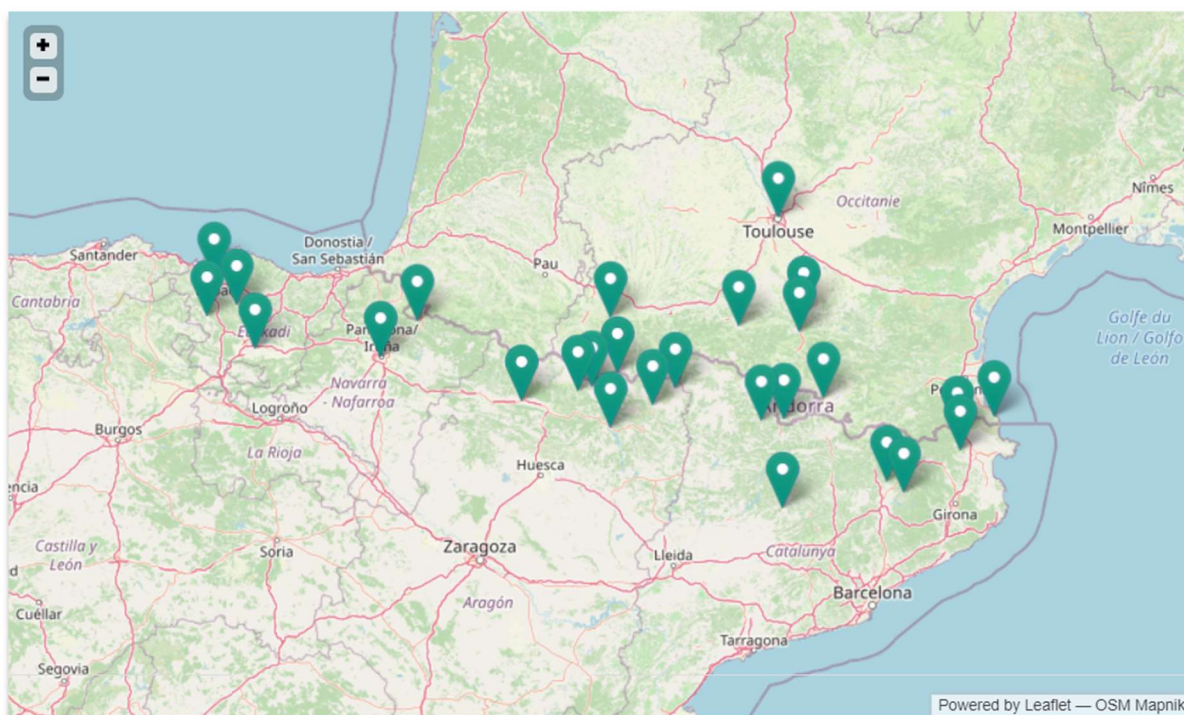


Figure 11: Cartes des "Bonnes actions"
Crédits : OPCC et CTP

Un total de dix actions a été trouvé grâce à ce site. Parmi ces actions, quatre sont des projets d'envergure régionale faisant partie du programme « Life ». Comme ce sont des actions inspirées ou supportées par la nature, le choix a été fait de les placer dans l'inventaire.

Il y avait notamment des projets de revégétalisation dans les pentes de montagnes. Le projet de revégétalisation Ecovars a notamment retenu l'attention de ma tutrice car il ressemble fortement au cas d'étude de PHUSICOS en Autriche dans la vallée de Kaunertal.

Les autres actions trouvées concernaient des actions de recherche ou d'essais menés principalement par des agriculteurs, parfois en collaboration avec des universités, afin d'adapter leurs exploitations au changement climatique.

Les « bonnes actions » m'ont également permis de trouver des actions menées en collaboration entre la France, l'Andorre et l'Espagne afin de protéger les routes transfrontalières des avalanches.

Ensuite, afin de poursuivre mes recherches, j'ai recherché sur Google des actions menées dans les Pyrénées en tapant dans la barre de recherche différents mots clés tels que « solutions basées sur la nature Pyrénées ». Le but était de voir ce que je trouvais et en faire une liste. Ensuite, je changeais de mot-clé en repartant de ce que j'avais trouvé précédemment, par exemple des actions menées pour lutter contre les inondations.

Il m'a fallu partir du plus général au plus précis. J'ai donc réalisé plusieurs carte mentales (Figure 12) afin de retenir ce que j'avais déjà cherché ou non. Ces cartes mentales m'ont aussi permis de savoir ce que je devais ou pouvais encore chercher.

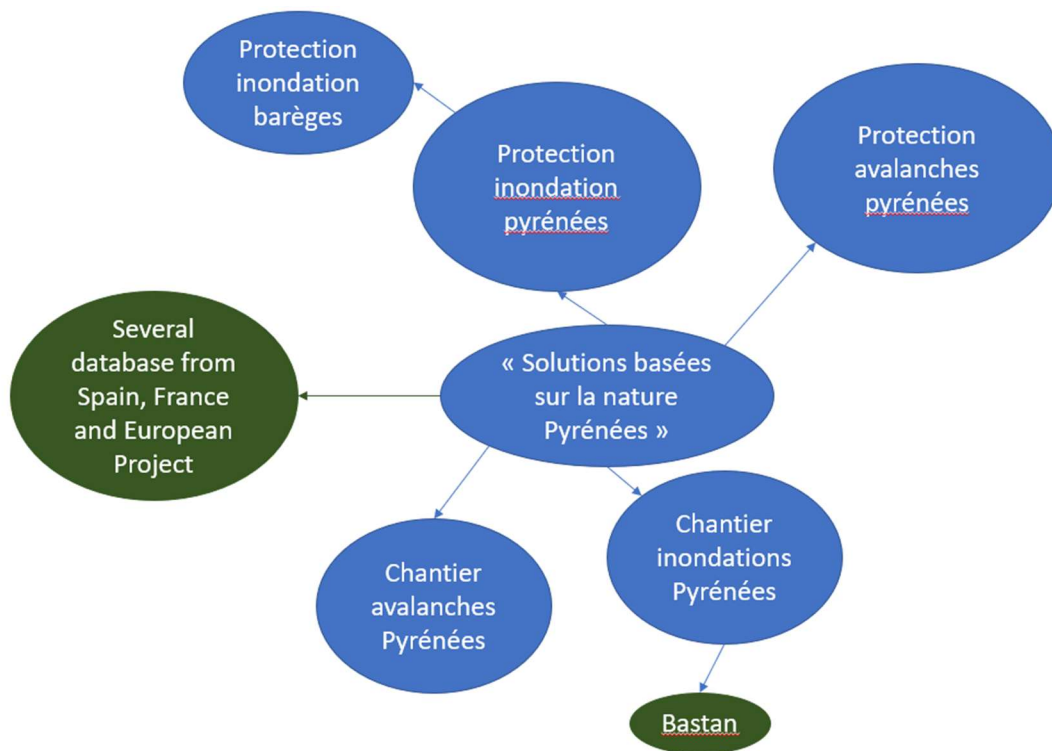


Figure 12: Exemple de carte mentale utilisée lors des recherches

Les recherches ont été faites en Français et en Espagnol afin d'augmenter mes chances d'obtenir des résultats et de réaliser un inventaire le plus complet possible.

Finalement, à force de rechercher des actions, je suis tombé plusieurs fois sur des actions déjà trouvées auparavant ou sur des projets ne correspondant pas à la définition de solutions basées sur la nature. J'ai donc contacté ma tutrice afin de l'en informer et de trouver une solution afin de continuer mon inventaire.

2.4 Contact des experts ou d'organisations spécialisées

À la suite des recherches en ligne, ma tutrice m'a proposé de me mettre en contact avec différentes personnes dans les Pyrénées afin de savoir s'ils avaient des informations concernant des actions pouvant se rapprocher de ce que je recherchais.

C'est ainsi que j'ai pu contacter Idoia Arauzo, une partenaire du projet PHUSICOS travaillant pour la Communauté de travail des Pyrénées. Cette dernière m'a fourni un rapport du gouvernement basque sur des solutions fondées sur la nature dans le Pays basque espagnol (Figure 13). Ainsi, j'ai pu ajouter quatre solutions du territoire espagnol.

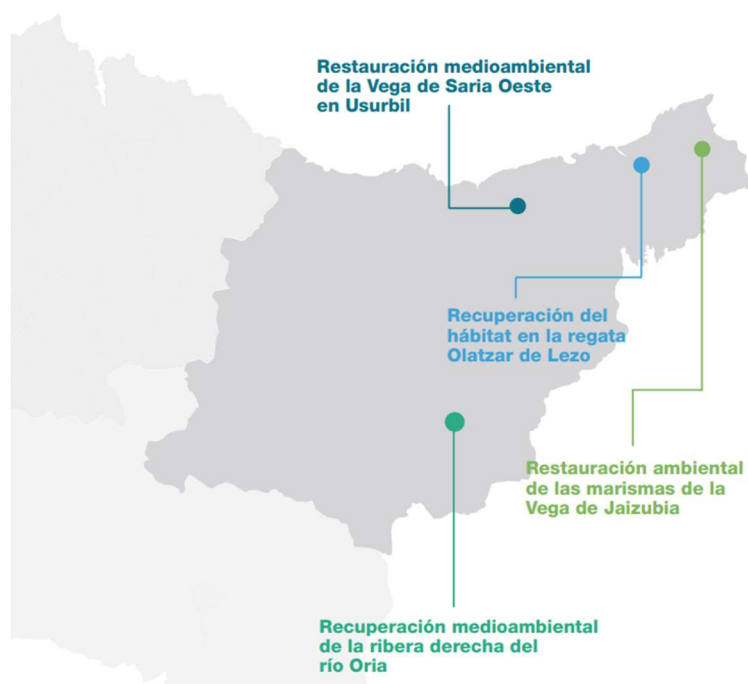


Figure 13 : Carte de localisation des solutions inspirées de la nature au Pays basque espagnol
Crédits : Gouvernement basque

Il y avait dans ce rapport d'autres informations concernant des solutions basées sur la nature dans la ville de Vitoria-Gasteiz (capitale du Pays basque en Espagne). Cependant, j'avais déjà trouvé des informations les concernant. De plus, il existait déjà dans la base de données officielles de PHUSICOS un article à ce propos.

J'ai notamment cherché en France à contacter l'ONF. Tout d'abord en m'adressant directement aux contacts que l'on trouve en ligne, ensuite en contactant directement un partenaire du projet PHUSICOS dans les Pyrénées. Cependant, malgré plusieurs relances, je n'ai jamais eu de réponse.

J'ai également consulté la base de données du service de restauration des terrains en montagne (BD-RTM). En effet, d'après la présentation de celle-ci, on pourrait trouver dans les bases de données «des informations sur plus de 30 000 événements, et plus de 19 000 ouvrages de protection contre les risques naturels (regroupés en 2400 dispositifs de protection) » (<https://rtm-onf.ign.fr/>)

Néanmoins, en cherchant sur la base de données, qui est très complète et très intéressante, je n'ai trouvé aucune information concernant des ouvrages de protection ou dispositifs de protection. J'ai donc également contacté les responsables de cette base de données afin d'avoir des éclaircissements sur les ouvrages et/ou dispositifs de protection. Je n'ai également pas obtenu de réponse.

2.5 Présentation et validation des résultats

Chaque semaine, j'avais un rendez-vous en ligne sur Zoom avec ma tutrice Mme A. Zingraff-Hamed et un de ses collègues allemand de l'université de Munich, Mr G. Lupp. Le but de ces réunions était de leur présenter mes résultats de la semaine. Ainsi, chaque semaine j'ai dû présenter un diaporama avec une diapositive par action trouvée afin de résumer rapidement ce que j'avais trouvé (Figure 14).

Recovery of flood plains and wetlands in La Pique basin

Ecosystem(s)	Use	Hazard(s)	Category of the measure	Objectives	Financing
River Wetland	Urban areas Agriculture	Floods	Blue	Biodiversity Flood protection	Region Occitanie Departement Haute-Garonne Water agency

- 3 streams heavily landlocked and with a reduced expansion zone
- emergency correction and recalibration of the streams after severe floods in 2013
- Will to restore the flood plains → Hydromorphological and ecological study to determine the actions
- Projects in 5 sectors on 3 streams

Total cost of the actions : 192 025 €

Monitoring actions (on 10 years) : 164 500€



Figure 14 : Exemple de diapositive résumant une action

Ces diapositives devaient contenir des informations à propos de l'écosystème impacté par le risque, les usages impactés par le risque, le risque concerné, la catégorie de la solution basée sur la nature, les objectifs de la mesure ainsi que les acteurs finançant le projet. J'écrivais ensuite quelques phrases afin de décrire brièvement l'action et je mentionnais notamment le coût de l'action.

Ces réunions permettaient ainsi de valider les actions pour ensuite les mettre dans le fichier Excel de l'inventaire. Les discussions me permettaient notamment de compléter les informations qui n'apparaissent pas sur les diapositives. Leurs interrogations ou remarques me permettaient également d'améliorer mes recherches et la description que j'en faisais dans l'inventaire. Parfois, ils me demandaient de rechercher plus d'informations ou des informations plus précises sur certaines actions. Il est aussi arrivé qu'ils soient intéressés par une action en lien avec leur domaine de recherche, je leur ai donc envoyé des documents concernant ces actions.

2.6 Saisie dans l'inventaire

À la suite des réunion hebdomadaires, je saisisais alors les actions dans mon inventaire Excel suivant les différentes caractéristiques (cf. partie 2.1 Préparation de l'inventaire).

Pour retrouver les informations, je m'étais fait un dossier « favoris » dans Google avec tous les liens vers les actions présentées à mes tuteurs.

3. Saisie dans la base de données PHUSICOS

Lors de mon stage j'ai également été mis en contact avec Audrey Bails, la personne en charge de la base de données de PHUSICOS au BRGM d'Orléans. En effet, le but de mon stage était de réaliser un inventaire des actions menées dans les Pyrénées mais également de remplir la base de données officielle de PHUSICOS.

J'ai donc dû me créer un compte sur cette base de données afin de pouvoir y participer. J'ai notamment lu un guide rédigé par le BRGM qui explique comment remplir cette base de données et quelles sont les informations les plus importantes et les moins importantes. Il a donc été nécessaire d'effectuer des recherches supplémentaires pour certaines actions, parfois sans réussite.

De plus, dans la base de données il existe une section supplémentaire nommée « Informations NBS ». Dans cette section nous retrouvons non pas les actions locales comme celles que l'on retrouve dans la base de données « Database » mais les projets régionaux ou des politiques territoriales.

Afin de pouvoir situer les solutions sur la carte il est nécessaire de rentrer la localisation en indiquant la latitude et longitude, le point se fait alors automatiquement sur la carte.

Pour chaque action, plusieurs catégories devaient être renseignées (Figure 15). Et je devais aussi réaliser l'évaluation des actions (cf. partie 1.5 Base de données PHUSICOS).

• Solution ID	
• Description of Solution	
• Exposition	
• Activity	
• International classification	
• Actors	
• Temporal aspects	
• Financial aspects	
• Others	

Figure 15 : Catégorie des informations concernant une action sur la base de données PHUSICOS

Certaines informations devaient être remplies à la main tandis que pour d'autres il suffisait seulement de choisir parmi plusieurs modalités (Figure 16) comme c'est le cas pour l'évaluation d'une action où les modalités sont normées.

Figure 16 : Exemple des modalités pour l'aspect temporel d'une action ou pour l'évaluation d'une action

Une fois que j'avais saisi l'ensemble d'une fiche pour une solution basée sur la nature, je devais la valider pour vérification. La fiche était alors vue par les administrateurs de la base de données qui décidaient ensuite de la publier ou non.

La base de données permet notamment de rechercher des actions en croisant deux critères. C'est la section « Heatmap » de la base de données (Figure 17).

Figure 17 : Critères pouvant être croisés dans la "Heatmap"

Cette fonctionnalité permet aux preneurs de décisions de retrouver plus facilement des actions concernant les mêmes problématiques que celles de leur territoire et de se rendre compte du nombre d'actions du même type (Figure 18).

Heatmap

Ecosystem (s) impacted →										
Hazard(s) concerned ↓	Rivers	Mountain	Urban	Woodland and forest	Grassland	Wetlands	Cropland	Heathland and shrub	Lakes	Totals
Floods	40	9	18	6	4	4		1		57 57
Erosion	22	10	1	4	2	1	2	1		27 27
Landslides		8	1	7						9 9
Droughts	3	2		2	2			1		5 5
Rockfalls		4		4						4 4
Snow avalanche		4		4						4 4
Heat wave		1	2		1			1		3 3
Glacial retreat										
Totals	65 52	38 20	22 18	27 16	9 5	5 5	2 2	4 1		109 80

Figure 18 : Exemple de résultat de "Heatmap"

Dans l'exemple ci-dessus, après avoir croisé les risques concernés aux écosystèmes impactés, on peut voir que sur l'ensemble des actions enregistrées dans la base de données, 40 concernent le risque inondation des rivières tandis que seulement 2 actions concernent l'érosion du sol des terres cultivées. Il n'y a par exemple pas d'action concernant les avalanches dans des zones humides et aucune action concernant le retrait glaciaire.

Concernant les lignes et colonnes des totaux, le chiffre affiché au-dessus représente le nombre de cas trouvés concernant les deux caractéristiques choisies, tandis que le chiffre du dessous concerne le nombre de solutions dans lesquelles sont présents ces cas. Par exemple, concernant les bois et forêts (Woodlands and forest) il y a 27 cas de risque dans ces écosystèmes et ces 27 cas sont présents dans 16 des solutions de la base de données. Cette différence s'explique par le fait qu'une action peut concerner plusieurs risques et/ou plusieurs écosystèmes.

4. Mise en contact avec Mr B. Dupin

Lors de mon stage, ma tutrice souhaitait que je rentre en contact avec un ou des initiateurs d'une action.

En effet, une équipe du programme PHUSICOS est chargée de la réalisation de Podcast avec les équipes chargées des sites démonstrateurs et cas conceptuels. Le but ici était de rentrer en contact avec une personne extérieure et de réaliser un podcast avec elle afin de varier les types de podcast. Lors des réunions hebdomadaires, j'ai été amené à présenter le programme Ecovars. Ce programme est un programme de revégétalisation dans les Pyrénées afin de lutter contre l'érosion. Il existe de nombreux guides en ligne concernant ce programme. Ce dernier est mené par le conservatoire botanique national des Pyrénées qui a lui-même créé sa propre marque de graines certifiées locales et donc adaptées à l'environnement Pyrénéen.

Le programme Ecovars était dirigé par Mr B. Dupin à l'époque de la rédaction des guides, en effectuant de brèves recherches j'ai réalisé que cette personne était aujourd'hui dans une entreprise de revégétalisation dans les Pyrénées. Lors d'une réunion, j'ai mentionné le programme Ecovars et Mr B. Dupin ce qui a tout de suite intéressé ma tutrice pour les Podcasts.

À la suite de cette réunion, j'ai présenté le programme Ecovars aux membres de l'équipe des podcasts de PHUSICOS afin qu'ils préparent leur potentiel podcast et leurs questions.

Ensuite, je suis entré en contact avec Mr Dupin afin de le mettre en lien avec l'équipe du Podcast. Ce dernier s'est montré très intéressé par le programme PHUSICOS sur lequel il s'était renseigné.

Lors de nos échanges il a mentionné le cas conceptuel en Autriche. Ce cas conceptuel est celui effectuant des recherches sur la revégétalisation en montage et la création d'une mixture de graines adaptées et renforçant les sols. Mr Dupin m'a informé qu'il était intéressé par une rencontre avec l'équipe en Autriche car il avait lui-même une équipe travaillant sur les mêmes problématiques dans les Pyrénées, il souhaitait même une collaboration si cela était possible.

À la suite de ces échanges, j'ai transmis le contact de Mr Dupin à ma tutrice et son collègue pour une éventuelle rencontre.

5. Présentation devant les partenaires du programme PHUSICOS

Lors de mon stage pour le programme PHUSICOS, j'ai réalisé deux présentations de mes recherches devant les partenaires européens du programme et des professeurs de l'université de Munich. Les réunions étaient enregistrées afin de permettre aux personnes non-disponibles de les revoir par la suite. Ces deux réunions ont duré une heure chacune avec 40 minutes de présentation et 20 minutes de questions-réponses. Lors de ces présentations, j'ai choisi les actions que je trouvais les plus intéressantes dans mon inventaire. Au total, j'ai présenté 12 actions (Figure 19) menées dans les Pyrénées afin de lutter contre les risques de catastrophes naturelles.

- | | |
|--|--|
| ▪ Ecovars, Practices and local seeds for restoring mountain areas | ▪ Recovery of flood plains and wetlands in La Pique basin |
| ▪ For a living mountain in the face of climate change: facilitating the adaptation of the forests of the Ariège Pyrenees Regional Natural Park | ▪ Life+ SUBER. Climate change adaptation measures in Quercus suber management |
| ▪ SAPYRA. Safety of Pyrenees access points against avalanche risk | ▪ Environmental restoration of Marshes in the plain of Jaizubia |
| ▪ OPTI'PRAIRIES. Grasslands, a pillar in the evolution of breeding systems. | ▪ LIFE MixForChange. Developing, implementing and demonstrating innovative forest management techniques in Catalonia |
| ▪ Lila Innova. Innovation in soft fruit processing | ▪ Work on the Gave de Pau River in Beaucens |
| ▪ Recovery of the right bank of the Oria river in Lasarte-Oria | ▪ Ancient protections against avalanches in the Barège Valley |

Figure 19 : Actions présentées lors des deux réunions avec les partenaires de PHUSICOS

Pour chaque action, j'ai présenté le risque concerné et la localisation de la solution, les acteurs de la solution et du financement ainsi que le coût. J'ai présenté les enjeux, les objectifs et les différentes actions entreprises afin de lutter contre le risque. J'ai également présenté, si cela était possible, les résultats de la solution et le suivi qui était mis en place, si suivi il y avait.

Les questions qui ont suivi les présentations concernaient principalement les acteurs qui ont participé à la mise en place des solutions et leur contexte de mise en place (projet de recherches, initiatives locales, directives régionales ou autres).

Sur l'ensemble des actions présentées, j'ai varié les types de solutions que ce soit au niveau du risque concerné, de l'écosystème impacté ou encore de la solution mise en œuvre.

Les actions allaient de la restauration de plaines inondables à de nouvelles techniques de gestion forestière pour lutter contre les incendies et la sécheresse en passant par des constructions inspirées de la nature afin de lutter contre les avalanches ou encore des changements de pratiques agricoles.

6. Réalisation de brochures

À la fin de mon stage, j'ai réalisé plusieurs brochures concernant les résultats de mes recherches dans les Pyrénées. Ces brochures sont à destination du grand public mais plus particulièrement des preneurs de décisions. J'ai utilisé Publisher pour réaliser ces brochures.

6.1 Brochure globale

Tout d'abord, j'ai créé une brochure générale de mes recherches (Annexe I), c'est-à-dire une brochure avec une carte (Figure 20, page suivante), montrant l'ensemble des actions, la définition de ce qu'est une solution basée sur la nature ainsi que des textes explicatifs et quelques statistiques sur les actions.

Pour réaliser la carte des actions, j'ai utilisé un logiciel de SIG (ArcGis) et j'ai créé les points représentant leur emplacement en utilisant les coordonnées collectées durant mon inventaire. Le coût des actions étant un aspect important de ces solutions, j'ai choisi de faire apparaître les coûts moyens et médians de l'ensemble des actions que j'ai inventoriées dans les Pyrénées.

Ensuite, j'ai choisi de faire apparaître un graphique représentant les écosystèmes impactés afin que l'on se rende compte de la pluralité des écosystèmes impactés par des risques naturels dans les Pyrénées.

J'ai également écrit un texte concernant les preneurs de décisions, les acteurs (« stakeholders ») et un autre à propos des raisons qui ont poussées les solutions à être mises en place (« Drivers »).

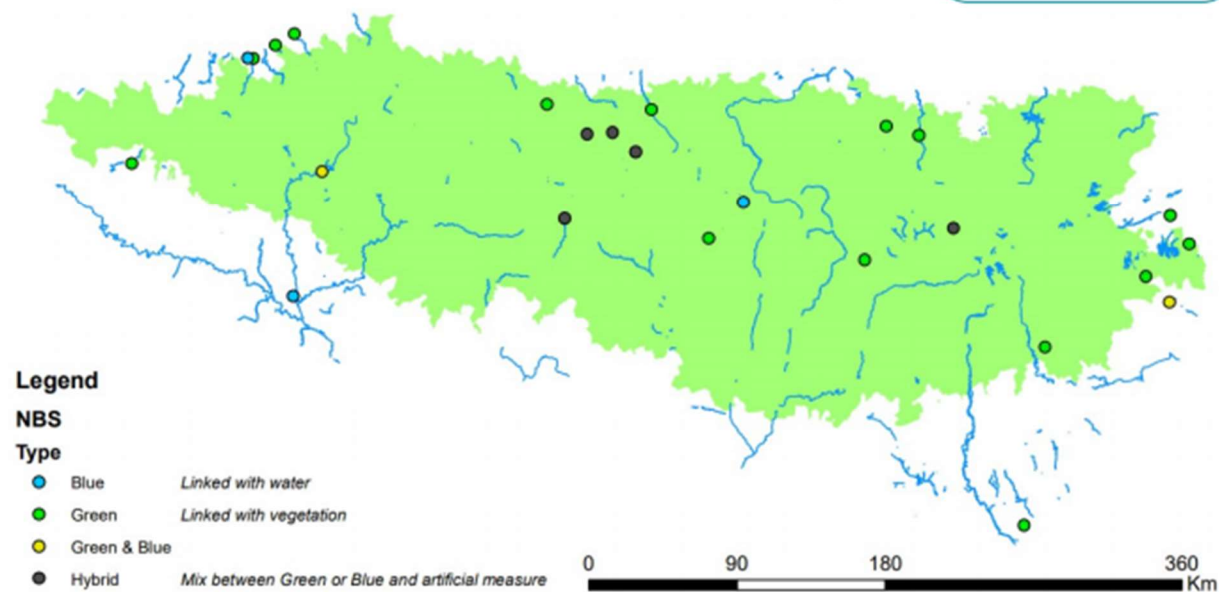
En observant la carte, on se rend compte qu'un certain nombre de solutions inspirées de la nature sont en fait des solutions hybrides. Ces solutions hybrides sont un mélange entre une action dite naturelle et une action artificielle. Ces solutions sont validées et ont été acceptées par mes tuteurs. En effet, ces derniers estiment que, compte tenu de la société moderne dans laquelle nous vivons et du contexte du changement climatique, toute action s'inspirant de la nature, la supportant et ne créant pas d'impact négatif et créant des impacts positifs est en accord avec la définition des solutions basées sur la nature de la Commission européenne.

What are nature-based solutions (NBS) ?

Nature based-solutions are measures inspired, supported or copied from nature, in order to find sustainable solutions to social, economic and ecological challenges



Cost of the actions	
Min	34 192€
Max	15 565 090 €
Average	3 413 692 €
Median	1 212 883 €



Type of measures

Nature-based solutions (NBS) offer a range of actions adapted for each case. The main measures undertaken are restoration (river restoration or forest restoration), constructions inspired by nature and management changes (generally it is a switch from old management technics to more eco-friendly ones) . Measures can also be more simple actions such as afforestation or environmental maintenance. We can also encounter experimental or demonstration project that could be define as NBS.

Phusicos project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 776681

Learn more:

Partners:



Stakeholders

Concerning the stakeholders of the nature-based solutions in the Pyrenees, we notice that half of them are local (26%) or regional (26%) authorities while national authorities represent only 5%. Then, local associations represent almost one fifth of the stakeholders (environmental association 5%, agricultural group 10% or interest group 3%). The remaining quarter is shared between environmental agency (13%), universities (8%) and center of research or research institute (5%).

Drivers

In our opinion, we assume that one of the most important driver is risk reduction (floods, erosion, fires, avalanches) up to 30%. But it is not the only driver that leads to NBS. The implementation of NBS is also linked to the will of the locals (≈20%) which can be local governments but also associations, farmers or environmental agencies. Biodiversity is also a driver for NBS e.g., restoration of degraded areas. Moreover, about 15% of the nature-based solutions in the Pyrenees (almost all concerning forests) are linked to an European research program about climate change adaptation.

Figure 20 : Intérieur de la brochure générale

6.2 Brochures spécifiques à chaque risque

Afin d'accompagner cette brochure globale, j'ai réalisé des brochures spécifiques à chaque risque. Ainsi, j'ai réalisé cinq autres brochures concernant :

- Le risque érosion
- Le risque incendie
- Le risque inondation
- Le risques avalanche et chute de pierres
- Le risque sécheresse et canicule

On retrouve dans ces brochures des informations sur les solutions mises en place contre le risque mis en avant. Ces informations concernent les écosystèmes impactés, les objectifs visés et les acteurs aussi bien que les mesures entreprises pour lutter contre le risque comme on peut le voir dans la brochure sur l'érosion (Figure 21).

Afin de réaliser ces brochures, j'ai réuni sur Excel grâce à la fonction recherche toutes les solutions concernant un risque. J'ai ensuite copié ces solutions dans une nouvelle feuille à partir de laquelle j'ai réalisé des statistiques.

Ces brochures étant à destination du grand public, des preneurs d'ordre, j'ai résumé de façon simple les informations contenues dans la base de données. Afin de ne pas surcharger les brochures, j'ai souhaité faire apparaître autant de visuels que de texte et j'ai varié ces visuels. En effet, ces brochures sont faites pour être lues rapidement voire survolées tout en permettant d'appréhender le sujet de façon globale et complète.

Les brochures (Annexe II) ont été validées par Mr G. Lupp et sont encore en cours de réalisation au moment de la rédaction de ce rapport. À terme, il y aura en plus de la présentation générale des solutions, un verso sur lequel on pourra retrouver des exemples de solutions avec une brève description. Les solutions mises en avant seront celles présentées lors des deux réunions avec les partenaires européens du programme PHUSICOS.

Nature-based solutions against Erosion



In the Pyrenees, several actions are carried out to fight against erosion. Ecosystems affected are different and so are the measures undertaken.

Ecosystems affected
Grasslands
Crops
Forests
Wetlands
Mountains

What are the measures undertaken ?

To restore and protect degraded areas, actions of seeding are led in the Pyrenees. Initiators of revegetation promote the use of local seeds which are better adapted to the local conditions.

Agricultural activities can also participate to reduce erosion through management changes like implementation of rotational grazing in the pastures or implementation of crop rotation.

New techniques of forest management are also developed thanks to research programs as well as the use of an annual monitoring system to assess their efficiency. The integration of climate change adaptation of forests into policies and legal framework can also be another mean to fight the issue of erosion.

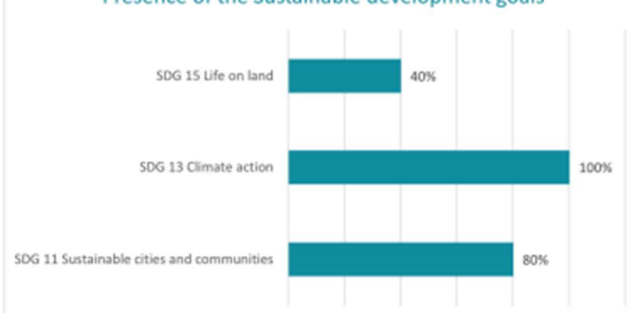
There is also one case concerning restoration of wetlands that have been degraded due to agriculture.

What are the goals and benefits of the actions ?

Desertification in the mountains areas is on the rise nowadays. Some actions are initiated in the Spanish and French Pyrenees to mitigate or remove its negative impacts. Landscape conservation is also one major driver of these actions.

The actions led against erosion allow to increase the climate change resilience of pyrenean ecosystems (forests, grasslands and wetlands). But also to increase the resilience of degraded pasture and to change the farmer's techniques of management without lowering their productivity.

Presence of the Sustainable development goals



Stakeholders involved



Learn more : www.phusicos.eu



Figure 21 : Exemple de brochure pour le risque érosion

Retour d'expérience

L'expérience de dix-huit semaines que j'ai effectué avec l'université de Munich pour le programme européen PHUSICOS a été très intéressante et enrichissante.

Ma tâche principale, qui consistait à établir un inventaire des solutions fondées sur la nature dans les Pyrénées, m'a permis d'appréhender un important panel d'actions différentes. Ces dernières allaient d'actions de restauration de rivière à des changements de pratiques forestières en passant par des nouvelles pratiques agricoles ou des constructions contre les avalanches.

Découvrir autant d'actions m'a permis de m'ouvrir par rapport à ma filière spécialisée dans les milieux aquatiques. J'ai notamment pu réaliser l'importance des politiques concernant l'environnement. Tout cela me permet d'avoir une vision plus globale des problématiques environnementales que ce soit au niveau des écosystèmes mais aussi de l'économie et de la société. J'ai finalement pu découvrir l'implication des différents acteurs et leurs moyens d'action ainsi que leur motivation.

Le travail d'inventaire m'a permis de découvrir le monde de la recherche et la résilience qu'il faut avoir lorsqu'on se retrouve sans résultat ou lorsqu'on retrouve des résultats, ici des actions, déjà vues auparavant. Par conséquent, j'ai pu améliorer mon organisation afin de mener à bien des recherches.

Le travail en autonomie a représenté la grande majorité de mon stage. En effet, étant en distanciel et ayant des réunions hebdomadaires je me retrouvais souvent seule face à ma tâche.

Je devais également décider de mon propre chef si une action pouvait être considérée comme solution fondée sur la nature ou non.

L'expérience avec l'université de Munich m'a permis de travailler mon anglais. Par exemple, de nombreux documents que j'ai lus étaient en anglais. J'ai également pu travailler mon expression orale. En effet, lors des réunions hebdomadaires je m'exprimais en anglais. Les expériences les plus formatrices ont été les deux réunions devant les partenaires de PHUSICOS car j'ai dû effectuer deux présentations en anglais de 40 minutes suivies d'échanges avec les personnes présentes.

J'ai également pu travailler mon espagnol car les Pyrénées étant situées en France et en Espagne, j'ai été amené à lire des documents ainsi qu'à échanger certains mails en espagnol.

Ce stage m'a notamment apporté de l'expérience dans la création de base de données et la réflexion à avoir afin de définir une entité. Il est en effet important de bien définir en amont l'objet sur lequel on travaille, quels en sont les différentes caractéristiques et quelles vont être les limites. Le travail effectué sur Excel m'a permis d'améliorer ma gestion de données sur un tel logiciel.

La réalisation des brochures a renforcé mon esprit de synthèse et de vulgarisation. J'ai été amené avec cette tâche à faire des choix entre ce que je devais faire passer comme informations ou non. Ce fut une expérience formatrice.

Finalement, ce stage m'a permis de renforcer des compétences déjà acquises grâce à ma formation mais aussi d'en développer de nouvelles.

Conclusion

Ces quatre mois de stage m'ont permis d'appréhender le monde de la recherche et d'adapter mes compétences à un travail donné. Ils m'ont permis de découvrir des actions autres que sur les milieux aquatiques ce qui fut intéressant et enrichissant.

Effectuer ce stage en télétravail fut une expérience nouvelle même si j'aurais apprécié être présent à l'université de Munich. Pour mon prochain stage, j'envisage une mission qui me permettra d'aller sur le terrain. J'aimerais également que ce stage soit plus en relation avec les milieux aquatiques afin de développer mes compétences dans ce domaine qui est celui que j'ai choisi.

Mon stage final qui aura lieu en 5^{ème} année se déroulera sûrement en France. Cela me permettra de découvrir d'autres façon de travailler, d'aborder des problématiques sur les milieux aquatiques en France et d'utiliser mes connaissances dans ce domaine avec pour but de me projeter dans ma future vie professionnelle.

Bibliographie

- EC. (2021). « Nature-based solutions » (https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_en).
- EC. (2015a). Call for ideas for large-scale demonstration projects—Outcome report HORIZON 2020 « Climate action, environment, resource efficiency and raw materials ». (p. 21).
- Fohlmeister, S., Zingraff-Hamed, A., Lupp, G., & Pauleit, S. (2018). Guiding Framework for Tailored Living Lab Establishment at Concept and Demonstrator Case Study Sites PHUSICOS Deliverable D3.1 (3.1; p. 100). PHUSICOS. https://phusicos.eu/wp-content/uploads/2018/10/D3_1_GF_Final_Version_complete_201807312-Disclaimers.pdf
- Global Administrative Areas. (2021). Wikipédia. https://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Administrative_Areas
- Solheim, A. (2019). Overview of submitted and approved NBSs for implementation during months 1-14 PHUSICOS Deliverable D2.2 (p. 65). PHUSICOS. https://phusicos.eu/wp-content/uploads/2019/01/D2_2_Rev-1_Overview-of-submitted-and-approved-NBSs-months-1-14_final.pdf

ANNEXES

ANNEXE I

Brochure générale

What is PHUSICOS?

PHUSICOS, meaning 'According to nature', in Greek φυσικός, will demonstrate how nature-based solutions reduce the risk of extreme weather events in mountain landscapes.

The focus is on demonstrating the effectiveness of nature-based solutions (NBSs) and their ability to reduce the impacts from small, frequent events (extensive risks) in mountain landscapes. Nature-based solutions are cost-effective and sustainable measures inspired by nature that attenuate, and in some cases prevent, the impacts of natural hazard events and thereby the risks that affect the exposed regions.

Contacts

Technical University of Munich

AUDE ZINGRAFF-HAMED
Research Associate
Phone: +49-8161-71 4664
E-Mail: aude.zingraff-hamed@tum.de

Technical University of Munich

GERD LUPP
Research Associate
Phone: +49-8161-71 4781
E-Mail: gerd.lupp@tum.de

Technical University of Munich

AUGUSTIN JONEAU
Trainee
E-Mail: augustin.joneau@gmail.com

PHUSICOS | Solution database



<http://phusicos.brgm-rec.fr/search>

Contacts



Learn more :
www.phusicos.eu



Nature-based solutions in the Pyrenees



Phusicos project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 776681

Learn more : www.phusicos.eu





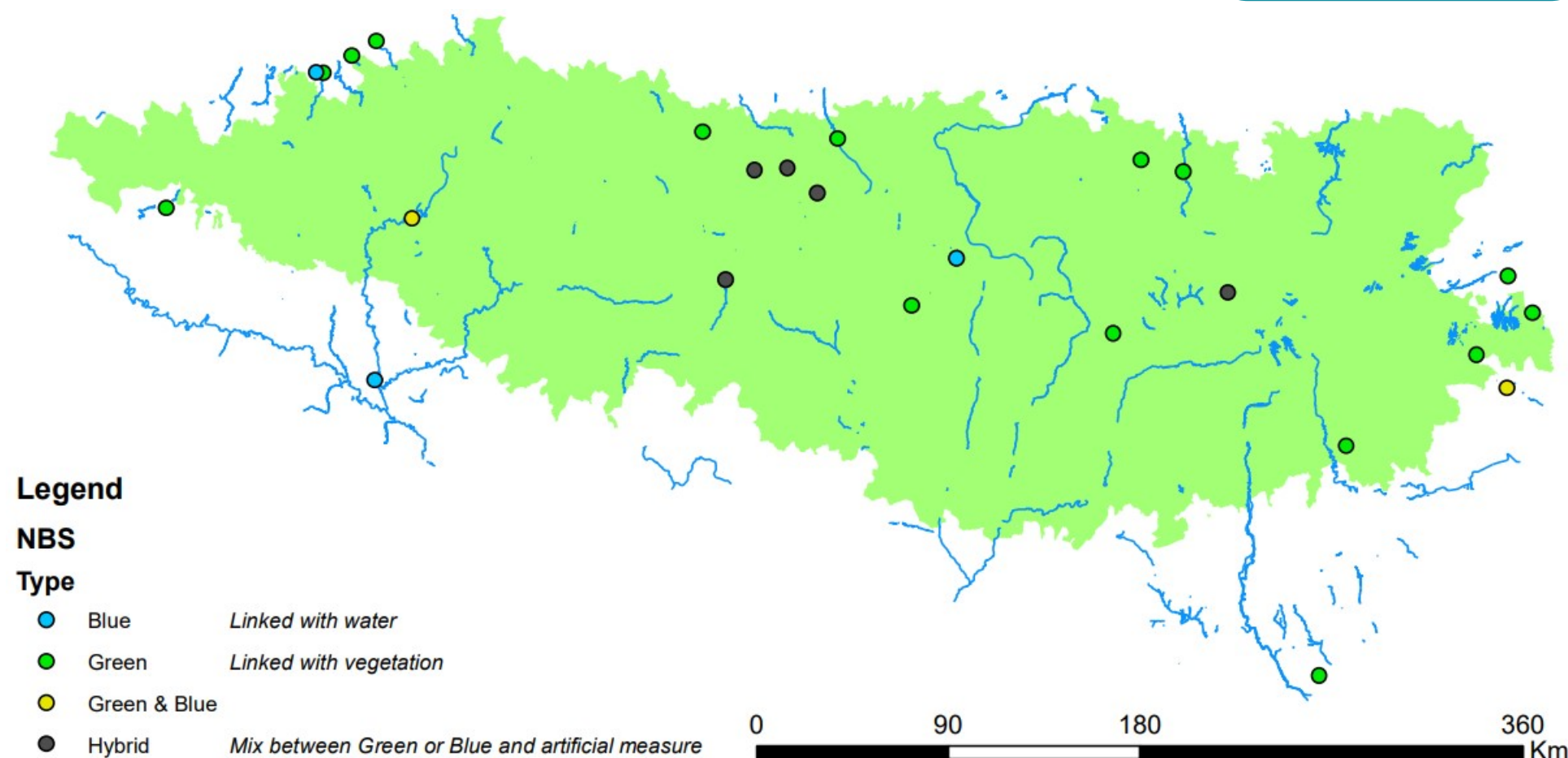
What are nature-based solutions (NBS) ?

Nature based-solutions are measures inspired, supported or copied from nature, in order to find sustainable solutions to social, economic and ecological challenges



Cost of the actions

Min	34 192€
Max	15 565 090 €
Average	3 413 692 €
Median	1 212 883 €



Legend

NBS

Type

- Blue Linked with water
- Green Linked with vegetation
- Green & Blue
- Hybrid Mix between Green or Blue and artificial measure

Type of measures

Nature-based solutions (NBS) offer a range of actions adapted for each case. The main measures undertaken are restoration (river restoration or forest restoration), constructions inspired by nature and management changes (generally it is a switch from old management technics to more eco-friendly ones) . Measures can also be more simple actions such as afforestation or environmental maintenance. We can also encounter experimental or demonstration project that could be define as NBS.



Phusicos project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 776681

Learn more :



Stakeholders

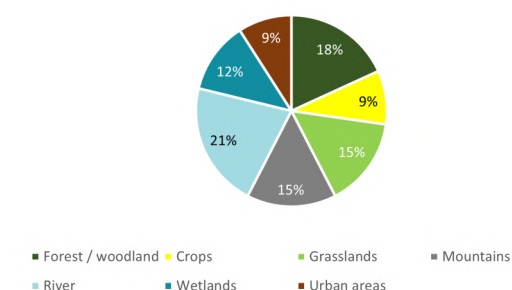
Concerning the stakeholders of the nature-based solutions in the Pyrenees, we notice that half of them are local (26%) or regional (26%) authorities while national authorities represent only 5%. Then, local associations represent almost one fifth of the stakeholders (environmental association 5%, agricultural group 10% or interest group 3%). The remaining quarter is shared between environmental agency (13%), universities (8%) and center of research or research institute (5%).

Drivers

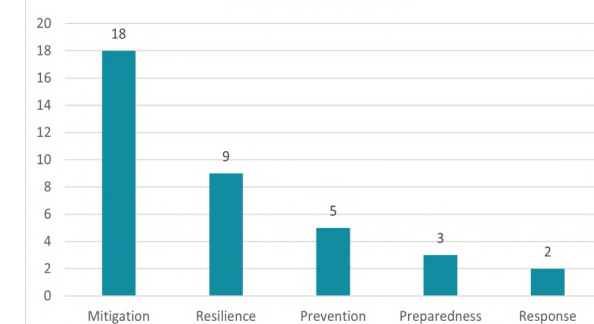
In our opinion, we assume that one of the most important driver is risk reduction (floods, erosion, fires, avalanches) up to 30%. But it is not the only driver that leads to NBS. The implementation of NBS is also linked to the will of the locals (~20%) which can be local governments but also associations, farmers or environmental agencies. Biodiversity is also a driver for NBS e.g., restoration of degraded areas. Moreover, about 15% of the nature-based solutions in the Pyrenees (almost all concerning forests) are linked to an European research program about climate change adaptation.

Informative charts about all the NBS

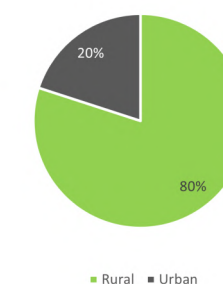
Ecosystems exposed to the risk



Strategies adopted



Rural or urban measures ?



ANNEXE II

Brochures spécifiques

Nature-based solutions against Avalanches & Rockfalls

Nature-based solutions in
the Pyrenees



In the Pyrenees there are two major nature-inspired actions concerning avalanches and rockfalls, these actions are the results of cooperation between France, Spain and Andorra to protect the cross-border roads mainly.

The two projects (named SAPYRA and SECURUS) lasted 3 years each and had an important cost. They were financed by Spanish and French regional governments from the Pyrenees and also by the European Commission.

What are the measures ?

The measures to protect against avalanches and rockfalls are more hybrid solutions than green ones.

The main solutions consists in slowing down the avalanches thanks to several means like wooden retention barriers or wooden tripods. The installation of protective netting is also a way of fighting against rockfalls.

However it is still possible to have a greener solution thanks to reforestation. Indeed, planting trees on mountain's slopes help to protect from avalanches.

	Cost	Implementation time
SAPYRA	4 336 615 €	3 years
SECURUS	4 220 626 €	3 years



Wooden barrier used to retain and slow down avalanches

Credits : DIR Sud-Ouest



Meteorological station

Technological assistance

To help prevent avalanches in the Pyrenees, detectors have been installed to monitor snow density and humidity.

Meteorological stations were installed to collect data about conditions that trigger avalanches. They are researches to facilitate more detailed characterisation of the weather conditions which cause avalanches in the valleys/passes at higher risk, thus improving localised avalanche risk predictions.



This project has received funding from the EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681



Learn more : www.phusicos.eu



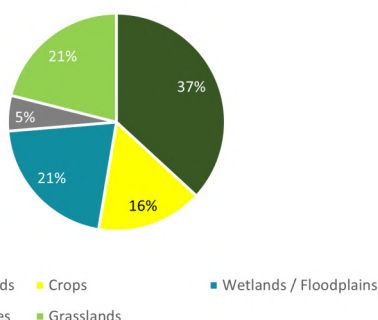
Nature-based solutions against Droughts & Heatwaves

Nature-based solutions in the Pyrenees



In the database of NBS in the Pyrenees, 15 actions are linked with flood droughts and heatwaves.

Ecosystems concerned by actions against droughts & heatwaves



What are the undertaken measures ?

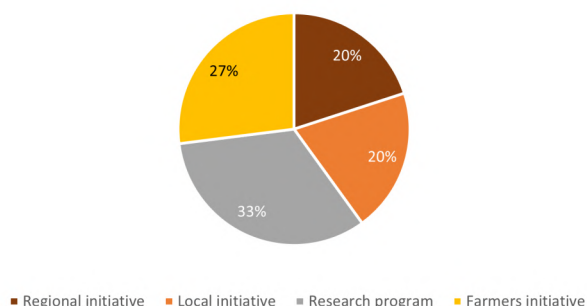
Droughts

- Changes in water management to improve water saving
- Recovery of floodplains, wetlands and restoration of hydraulic connections
- Creation of ponds

Heatwaves

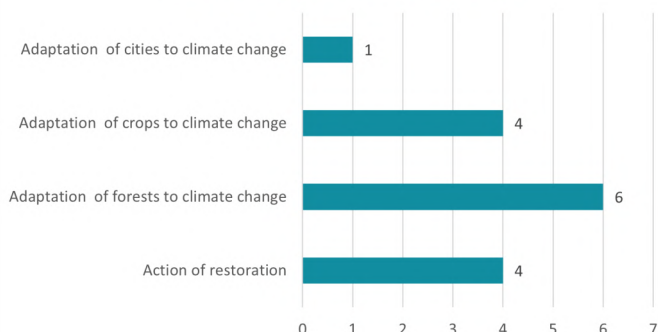
- Trees renewal
- Management to favour natural regeneration of woodlands
- Transformation of vacant plots into green spaces
- Choice of adapted species

What is at the origin of the actions ?



It is possible to notice that a majority (33%) of the actions led against droughts and heatwaves are part of a research program (European Life program). Groups of interest of farmers are also important initiators of these kind of actions (27%). They are motivated to adapt their farms and operations to climate change. The remaining initiators are equally shared between local (20%) and regional (20%) authorities.

What are the goals of the actions ?



Most of the actions implemented to fight droughts and heatwaves aims to adapt society to climate change (73%). One action targets people's way of living (actions led in cities) while the majority concerns human's ways of production (crops and forests). The research programs are intended to understand how forests are impacted by climate change and what are the better technics to manage them in those circumstances.

One quarter of the actions is linked to restoration of forest and/or wetlands.

This project has received funding from the EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681



Learn more : www.phusicos.eu



Nature-based solutions against Erosion

Nature-based solutions in the Pyrenees



In the Pyrenees, several actions are carried out to fight against erosion. Ecosystems affected are different and so are the measures undertaken.

Ecosystems affected
Grasslands
Crops
Forests
Wetlands
Mountains

What are the goals and benefits of the actions ?

Desertification in the mountains areas is on the rise nowadays. Some actions are initiated in the Spanish and French Pyrenees to mitigate or remove its negative impacts. Landscape conservation is also one major driver of these actions.

The actions led against erosion allow to increase the climate change resilience of pyrenean ecosystems (forests, grasslands and wetlands). But also to increase the resilience of degraded pasture and to change the farmer's technics of management without lowering their productivity.

What are the measures undertaken ?

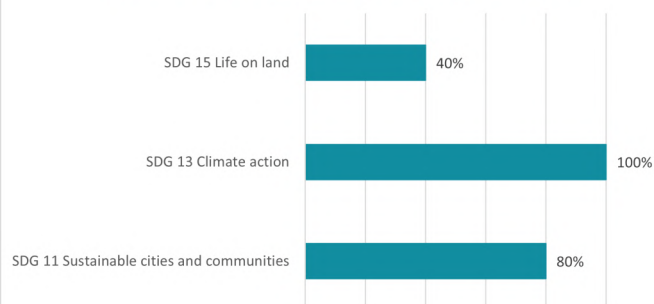
To restore and protect degraded areas, actions of seeding are led in the Pyrenees. Initiators of revegetation promote the use of local seeds which are better adapted to the local conditions.

Agricultural activities can also participate to reduce erosion through management changes like implementation of rotational grazing in the pastures or implementation of crop rotation.

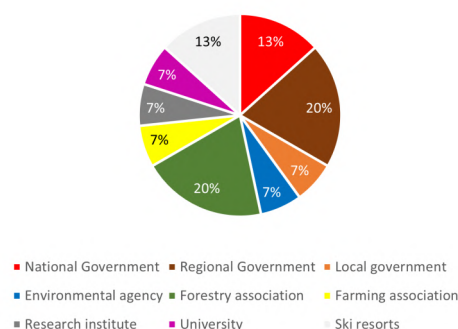
New technics of forest management are also developed thanks to research programs as well as the use of an annual monitoring system to assess their efficiency. The integration of climate change adaptation of forests into policies and legal framework can also be another mean to fight the issue of erosion.

There is also one case concerning restoration of wetlands that have been degraded due to agriculture.

Presence of the Sustainable development goals



Stakeholders involved



This project has received funding from the EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681



Learn more : www.phusicos.eu



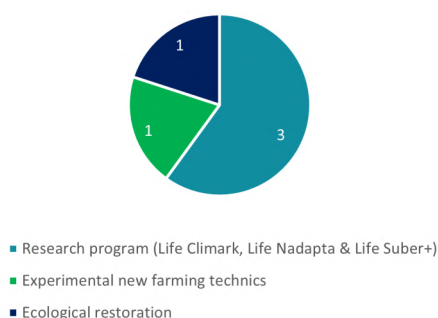
Nature-based solutions against Fire

Nature-based solutions in the Pyrenees



The Pyrenees are subject to fire risk, a risk increased by climate change. Actions are being taken to reduce the chances of such events occurring and to increase forests' resilience to fire.

Type of the 5 projects targeting fire risk reduction



Life projects in the Pyrenees are the most important source of actions led against fire risk. Moreover these projects disseminate their results to help anyone with same goals.

Two other projects aim to reduce fire risk. One was an experiment in vineyards and olives groves. The second consisted in the ecological restoration of a pine forest taking into account the fire risk.

What are the measures undertaken ?

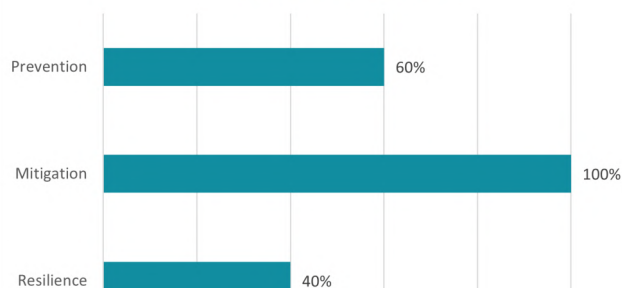
The measures of Life projects aim to be applicable at landscape-scale. They are the following :

- Reduction of the density
- Heterogeneity of the stands
- Post-fire regeneration improvement
- Improvement of fire prevention
- Studies leading to a choice of less combustible trees
- Silvopastoralism

The experimental farming techniques consisted in implementing pastoralism in vineyards and olive groves.

The restoration of a pine forest in a French village intended to allow the development of trees and to limit fire risk.

Strategies adopted



Co-benefits of a healthy forests

Eco-services

- Maintenance of soils
- Protection against rock-
- Preservation of Water Quality
- Carbon Storage
- Increase of Biodiversity

Socio-economic services

- Profitability maintained or even increased
- Landscape conservation
- Recreational area
- Adaptation of the economy to climate change



This project has received funding from the EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681



Learn more : www.phusicos.eu



Nature-based solutions against Floods

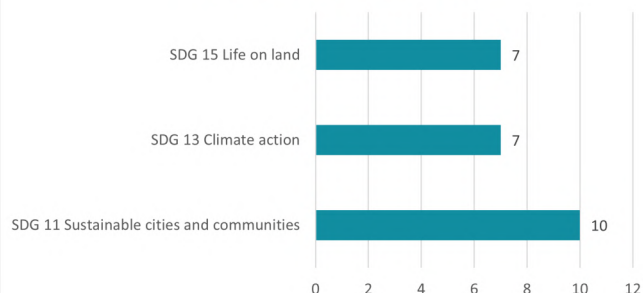
Nature-based solutions in
the Pyrenees



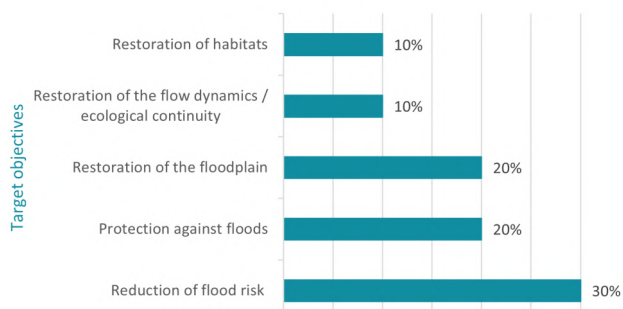
In the database of NBS in the Pyrenees, 11 actions are linked with flood risk. These actions include measures of restoration in the river or in the floodplains as well as management changes.

These actions are linked with an increased quality of water and promote biodiversity in addition to improving the recreational value of these areas.

Presence of the Sustainable Development Goals in the 11 NBS against Floods



Presence of target objectives



Target objectives

One of the most important objectives of these actions are to reduce the flood risk, (30% of the actions) while protection against floods represents only 20% of the protections. Perhaps it shows that the objective to eliminate the risk at its source, instead of just building an answer to reduce the damages, is expanding nowadays.

It is also possible to notice that restoring the natural function of the rivers in term of biodiversity and dynamics are taken into account for the implementation of NBS. Understanding the system as a whole is part of the nature based solutions.

What are the main actions undertaken ?

Most of the NBS are actions taking place in the river itself or in its floodplain. In several cases, the action consists in restoring the natural geometry of the river, for example by creating a new discharge channel or even opening an old meander that has been filled. Restoration of the riverbed or attenuation of the channelisation are also a natural-inspired way to fight floods.



Discharge channel containing water during floods

Credits : Community of Pays de Lourdes et des Vallées des Gaves

It is also possible to take actions in the floodplain of a river by restoring its expansion area, so this area contain water during a flood. Some actions are more artificial but keep a natural way of working like the creation of a retention area or example or the creation of a deposit shore that is able catch materials during a flood.



This project has received funding from the EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 776681



Learn more : www.phusicos.eu





POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Augustin Joneau

2020-2021

Des solutions basées sur la nature pour atténuer les risques naturels dans les régions montagneuses

Au cours de ma 4^{ème} année d'étude au sein du Département Aménagement du territoire et Environnement à Polytech Tours, j'ai réalisé un stage de dix-huit semaines au sein de l'université technique de Munich sur le programme européen PHUSICOS. Mes tâches ont été de réaliser un inventaire des solutions basées sur la nature pour atténuer les risques naturels dans les Pyrénées, de présenter mes résultats aux partenaires de PHUSICOS et de résumer mes résultats sous forme de brochures.

Nature-based solutions to mitigate natural hazards in mountainous regions

During my 4th year of study in the Planning and Environment Department at Polytech Tours, I did an eighteen-week internship with the Technical University of Munich on the European PHUSICOS programme. My tasks were to make an inventory of nature-based solutions to mitigate natural hazards in the Pyrenees, to present my results to the PHUSICOS partners and to summarize my results in the form of brochures.

Mots Clés : Solutions fondées sur la nature, Pyrénées, Inventaire, Risque naturels, Montagne, Phusicos

Tuteur entreprise :
Aude Zingraff-Hamed
Post Doctorante

Tuteur académique :
Pierre Peeters

Technical University of Munich :
Emil – Ramann – Str6, 85354 Freising