



## PREVENTION DU RISQUE D'INCENDIE FORESTIER DANS LES PYRENEES





## PARTENAIRES



## PARTENAIRES ASSOCIÉS





## RÉSUMÉ

---

La conjugaison du changement climatique et du changement de l'usage du sol (augmentation des activités touristiques et de la couverture forestière du fait de la diminution des activités agricoles et pastorales) tendent à avoir pour conséquence une augmentation du risque d'incendie et un changement dans la typologie des incendies forestiers Pyrénéens.

Les outils servant à estimer le risque d'incendie sont essentiels pour la prévention des incendies forestiers et la gestion efficace des opérations d'extinction, mais il n'existe pas de vision globale et partagée des niveaux de risque sur l'ensemble du massif.

L'objectif stratégique du projet PIRIOS est de permettre aux territoires Pyrénéens, à travers une approche globale jamais mise en œuvre sur les Pyrénées, de faire face de façon plus efficace au risque d'incendies forestiers.

La forêt couvre 59% de la superficie du Massif et, à de nombreux endroits des Pyrénées, forme une continuité de combustible entre les régions. Il semble ainsi particulièrement important de pouvoir compter sur des outils développés en commun à l'échelle transfrontalière, outils qui fournissent une image juste et globale du niveau de risque d'incendies forestiers.

Comment ?

- En estimant quotidiennement le risque d'incendie forestier sur les Pyrénées (aide pour la sécurité civile et les services de prévention)
- En définissant les zones prioritaires à risque d'incendie forestier élevé (aide pour l'aménagement du territoire)
- En proposant et en communiquant des mesures de gestion préventive démonstratives (aide pour les gestionnaires).

Ceci ne pourra être rendu possible qu'en regroupant les connaissances et les compétences des principaux acteurs intervenant sur cette thématique (formant le partenariat du projet) à l'échelle transfrontalière.

## ENJEUX / BESOINS

---

Comme le souligne l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique dans son rapport « Risque d'incendie et Changement Climatique dans les Pyrénées » [S.POUSSIN, MS GDDCC, 2014, OPCC] le massif des Pyrénées est un territoire massivement couvert de forêts, particulièrement touristique, sujet à la déprise agricole et à l'influence du climat méditerranéen. Les Pyrénées sont exposées à un risque d'incendie qui s'accroît avec les évolutions du couvert végétal et des activités humaines.

**« A l'échelle du massif pyrénéen, pour un horizon 2050, les projections climatiques indiquent une évolution aggravant cet état de fait ».**

Compte tenu des enjeux humains et environnementaux importants de notre Massif, il apparaît nécessaire de mettre en place une approche interdisciplinaire afin de fournir aux gestionnaires forestiers et aux institutions compétentes des outils pertinents d'anticipation du risque incendie.

En ce sens, pour garantir la pérennité des produits et services rendus par la montagne, il est nécessaire de renforcer les ressources orientées vers la prévention (estimation du risque, bonnes pratiques forestières, etc..) plutôt que sur l'extinction elle-même, beaucoup plus coûteuse et ayant un impact direct sur les biens et les milieux naturels beaucoup plus fort.

Ces outils servant à estimer le risque d'incendie sont essentiels pour la planification de la prévention des incendies forestiers et la gestion efficace des opérations d'extinction.

Actuellement, il existe des disparités entre les régions et les pays concernant les outils utilisés pour mesurer le risque d'incendie qu'il soit :

- « dynamique » : il n'existe pas de vision globale et partagée des niveaux de risque sur l'ensemble du massif. L'indice le plus couramment utilisé (Indice Forêt Météo), outil canadien, mériterait de l'avis de tous ses utilisateurs, d'être adapté aux conditions spécifiques du massif des Pyrénées et à ses typologies d'incendies.

- ou « statique » : évaluer à partir de la caractérisation de la végétation combustible et d'autres couches cartographiques thématiques complémentaires. Cela empêche actuellement d'harmoniser des résultats à l'échelle du massif des Pyrénées et donc d'obtenir une image globale, comparable et partagée entre régions des niveaux de risque.

Enfin, La gestion des combustibles est un enjeu particulièrement fort pour la prévention contre le risque incendie. En effet, comme expliqué précédemment, la chaîne des Pyrénées est éminemment forestière (59%) et, du fait de l'abandon des pratiques agricoles et pastorales, la forêt continue de gagner du terrain. Or elle constitue le principal combustible alimentant les incendies. Ainsi, la configuration spatiale des surfaces combustibles au niveau paysager est l'un des principaux facteurs dans la définition de la propagation potentielle d'incendie ainsi que de son intensité et de son impact, et constitue, de plus, le facteur le plus directement influencé par l'action humaine (dans le cadre de la prévention).

## REPONSE DU PROJET PIRIOS

---

Le projet PIRIOS répond entièrement aux enjeux présentés ci-avant.

En effet, face au risque incendie et à la nécessité de renforcer les actions de prévention le projet permettra d'adapter au contexte Pyrénéen les indices météorologiques d'incendie et d'améliorer la compréhension des facteurs de risque (structurels et dynamiques (humidité du combustibles fin, vent, etc.)) comme base de l'estimation du risque global.

L'une des innovations marquantes de ce projet est la définition et la création d'une base de données historique des incendies dans toutes les Pyrénées. Cela permettra d'assigner des causes et de déterminer les zones plus exposées au risque.

Cette réalisation sera complétée par l'intégration d'un ensemble de variables géospatialisées traduisant les principaux facteurs de risque d'incendies de forêt. Les variables les plus importantes à intégrer concernent les causes de départ de feux (humaines et naturelles) et les caractéristiques de la végétation naturelle en termes d'humidité et de structure qui définissent à leur tour sa combustibilité et son intensité potentielle de propagation une fois que l'ignition est lancée. Cette approche s'appuie sur les technologies de l'information géographique. Il est donc nécessaire en amont des taches de constituer une base de données géographiques et statistiques (statistiques sur les feux passés, images de télédétection, données météorologiques) pour l'élaboration des différentes variables d'entrée nécessaires à l'estimation et la cartographie des facteurs de danger. Les résultats produits traduiront les risques de départ de feux et de propagation, que l'on nomme également aléa.

Enfin, s'il est nécessaire de travailler sur les indices de risque, il est également primordial d'adapter les méthodes d'analyse du risque d'incendie aux particularités des Pyrénées. Les méthodes à évaluer dans ce contexte devront être reliées aux systèmes de simulation des incendies, qui intègrent de façon explicite la configuration spatiale du paysage et la propagation du feu. Sur la base de ces travaux, des actions de gestion seront mises en œuvre afin de communiquer au maximum sur l'importance de la gestion des combustibles.

## PLUS-VALUE TRANSFRONTALIERE DU PROJET PIRIOS

---

Les récents incendies forestiers qui ont eu lieu dans les Pyrénées montrent de façon prégnante que ce phénomène ne connaît pas les frontières administratives, qu'elles soient nationales, régionales ou infrarégionales.

Par ailleurs, les enjeux et les problématiques qui ont été mis en avant lors de la phase de concertation et d'élaboration du projet PIRIOS (depuis plus d'un an et demi) convergent tous vers la nécessité d'adapter de façon commune les indices de risque (qu'ils soient dynamiques ou statiques).

Cela permet de mutualiser les moyens de développement conjoint mais aussi d'enrichir le travail réalisé par l'apport de connaissances, compétences et pratiques pouvant apporter une réelle plus-value au projet et à ses réalisations.

## OBJECTIFS / RESULTATS

---

**Objectif principal du projet**

Permettre aux territoires Pyrénéens de faire face de façon plus efficace au risque d'incendies forestiers.

**Objectif spécifique 1**

Description et prévision en temps réel du risque d'incendie

**Objectif spécifique 2**

Evaluation des conditions favorables aux départs et à la propagation des incendies en analysant les facteurs de causalité et les caractéristiques de la végétation

**Objectif spécifique 3**

Générer une information technique sur les recommandations de gestion forestière et pastorale pour réduire le risque d'incendie dans les Pyrénées, à partir des résultats et informations obtenues de cas concrets.

**Résultats escomptés du projet**

1. Mise en place d'un nouvel indicateur de danger journalier "Feux de Forêt" tenant compte de la météorologie, de la topographie et des combustibles.

Ce premier résultat permettra de générer une image complète dynamique des niveaux de risque sur l'ensemble du massif et de donner une description juste du danger journalier d'éclosion et de propagation des incendies de forêt.

2. Evaluation du niveau de risque "statique" d'incendie forestier dans les Pyrénées.

Ce second résultat permettra de cartographier la probabilité qu'un feu démarre en un point donné du massif et se propage sur le territoire, ceci permettant in fine de faciliter la mise en place de plans de prévention transfrontaliers et organiser plus efficacement les services d'extinction.

3. Identifier les zones à haut risque dans les territoires transfrontaliers et communiquer autour d'actions de gestion préventive.

Ce troisième résultat permettra de mettre en œuvre des actions démonstratives de prévention (brûlages dirigés, éclaircies, débroussaillages ou pâtures) aux endroits stratégiques afin de réduire la propagation des grands incendies selon différents modes de gestion.

4. Contribuer à la prévention par la diffusion des résultats du projet.

Ce quatrième résultat visera à la formation et au développement d'outils opérationnels pour les gestionnaires en matière de prévention et à mener des actions de sensibilisation des populations, des acteurs socio-économiques et des décideurs sur ce risque majeur.



## GROUPES CIBLES

### Groupe cible 1

#### Services de sécurité civile et Services de prévention.

Un des groupes ciblés par le projet PIRIOS est constitué par les différents services de sécurité civile et services de prévention du risque d'incendie. En effet, comme cela est spécifié dans les différents descriptifs (actions, réalisations, etc.) un volet du projet PIRIOS vise à fournir à ce groupe cible une description et un système de prévision en temps réel du risque d'incendie (action indice de risque « dynamique » (action 3)). Par ailleurs l'évaluation du niveau de risque "statique" d'incendie forestier dans les Pyrénées (action 4) cartographiera la probabilité qu'un feu démarre en un point donné du massif et se propage sur le territoire afin de faciliter la mise en place de plans de prévention transfrontaliers et d'organiser plus efficacement les services d'extinction.

Les groupes cibles seront sollicités pour fournir ou nous aider à acquérir des données sur le régime des feux des territoires concernés, et pour dresser une typologie des incendies. Ils seront également associés à la phase de validation terrain du nouvel indice homogène développé.

### Groupe cible 2

#### Autorité publique locale

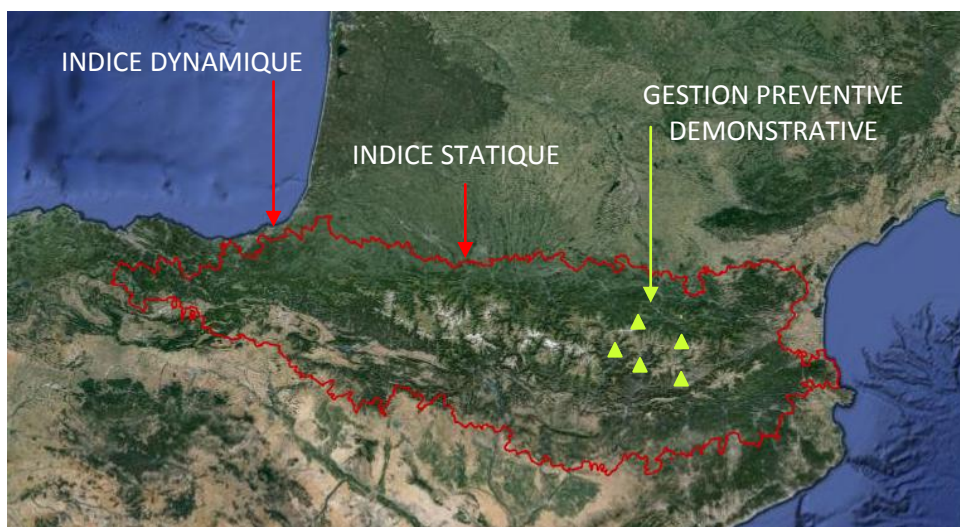
L'évaluation du niveau de risque "statique" d'incendie forestier dans les Pyrénées (action 4) facilitera la mise en place de plans de prévention transfrontaliers et permettra d'organiser plus efficacement les services d'extinction. Ces autorités sont également les premières concernées par la gestion mise en œuvre sur leurs territoires.

### Groupe cible 3

#### Gestionnaires

Ils contribuent, par leurs actions sur le milieu naturel à la gestion des divers combustibles. Partenaires du projet PIRIOS, ils seront à même de mettre en œuvre des actions démonstratives de prévention (brûlages dirigés, éclaircies, débroussaillages ou pâtures) aux endroits stratégiques afin de réduire la propagation des grands incendies selon différents modes de gestion mais aussi de contribuer à la prévention par la diffusion des résultats du projet et par la formation et le développement d'outils opérationnels.

## ZONE D'INTERVENTION



## PLAN DE TRAVAIL PAR ACTION

---

### ■ ACTION 1 – GESTION DU PROJET

- 1.1 - Comité de pilotage
- 1.2 - Comité Technique

### ■ ACTION 2 – ACTIVITES DE COMMUNICATION

- 2.1 - Communication relative au PROJET PIRIOS
- 2.2 - Communication relative à la prévention contre les incendies forestiers dans les Pyrénées

### ■ ACTION 3 – AMELIORER LA PREVISION EN TEMPS REEL DU RISQUE INCENDIE

- 3.1 - Adaptation des indicateurs existants au contexte Pyrénéen
- 3.2 - Anticipation synoptique des situations à danger
- 3.3 - Modélisation de la vitesse de propagation potentielle des feux de forêt

### ■ ACTION 4 – EVALUATION DU RISQUE D'INCENDIE « STATIQUE » A L'ECHELLE DES PYRENEES

- 4.1 - Analyses de causes d'incendies-évaluation de la fréquence des feux
- 4.2 - Cartographie de l'état de la végétation
- 4.3 - Combinaison et Interprétation des variables d'état de la végétation - cartographie des conditions favorables aux incendies

### ■ ACTION 5 – PROPOSER ET METTRE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION PREVENTIVE

- 5.1 - Analyse du risque d'incendie à l'échelle du paysage sur des zones pilote
- 5.2 - Définition de stratégies de gestion forestière et pastorale
- 5.3 - Mise en œuvre d'une gestion forestière et pastorale démonstrative pour la réduction du risque d'incendie dans des secteurs stratégiques à l'intérieur des zones pilotes

<b>1</b>	<b>GESTION DU PROJET</b>
Partenaire responsable de l'action	FORESPIR
Décrivez la manière dont sera menée à bien la gestion stratégique et opérationnelle du projet	
<p>Cette action consistera à coordonner l'ensemble des actions et à ainsi assurer le suivi régulier de l'avancée du projet.</p> <p>L'expérience montre qu'un projet européen est d'autant mieux géré qu'un suivi adéquat et cohérent de la mise en œuvre des actions est prévu. Or, il apparait souvent que l'aspect de gestion du projet n'est pas assez considéré par les partenaires ce qui génère des difficultés pour respecter les engagements pris (réalisation technique conforme au calendrier mais également gestion optimale des dépenses et de la présentation des certifications).</p> <p>FORESPIR a ainsi mis l'accent sur une gouvernance précise du déroulement de l'action et assurera un important travail tant sur le plan de la gestion administrative et financière de l'action (suivi des dépenses, préparation des certifications de dépenses, gestion des subventions européennes, nationales et régionales) que sur le plan technique (convocation, animation et compte-rendu bilingue des réunions, organisation des tournées, suivi de l'avancée des actions, cohérence entre les différents partenaires et les actions transversales, etc.).</p> <p>Pour ce faire le projet compte sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'organisation de 3 Comités de Pilotage (COFIL) auxquels participeront les partenaires chargés de la réalisation des actions mais également les partenaires institutionnels et les organismes tiers pour assurer la gouvernance du projet dans son ensemble.</li> <li>- l'organisation de 6 Comités Techniques (COTEC) qui auront à intervenir sur chacune des actions présentées.</li> <li>- l'organisation de Réunions de Suivi (RES) téléphoniques ou par visioconférences bimensuelles.</li> </ul> <p>L'organisation régulière de ces réunions (COFIL, COTEC et RES) ainsi qu'un suivi financier rigoureux permettront notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de se conformer au calendrier de réalisation de toutes les opérations et de veiller au suivi chronologique des réalisations</li> <li>- de lever les blocages (si nécessaire) entre partenaires ou avec des structures externes,</li> <li>- d'assurer un suivi du budget et de valider les orientations nécessaires éventuelles pouvant intervenir sur le déroulement du projet,</li> <li>- de faciliter la communication dans le cadre du partenariat ;</li> <li>- d'optimiser les phases de reporting et d'évaluation en maintenant au courant des avancées les partenaires à chaque étape du projet ;</li> <li>- de gérer les risques et la qualité des activités mises en œuvre</li> </ul> <p>Enfin cette action intégrera le temps passé par les partenaires pour réaliser les certifications de dépenses annuelles du projet PIRIOS.</p>	

Activités et livrables	
Activité 1.1	<b>Comité de Pilotage</b>
	<p>Le Comité de Pilotage se réunira une fois par an, soit 3 fois durant le projet PIRIOS pour permettre un suivi adéquat et cohérent à la mise en œuvre des actions citées de coopération du projet</p> <p>Il aura pour objectif de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- faire le point sur l'avancement opérationnel et stratégique du projet</li> <li>- vérifier le calendrier de réalisation de toutes les opérations et surtout veiller au suivi chronologique des réalisations,</li> <li>- donner des orientations stratégiques au projet</li> <li>- éventuellement lever les blocages entre partenaires ou avec des structures externes si besoin,</li> <li>- faire un point sur le budget pour évaluer éventuellement les réajustements à demander,</li> <li>- donner validation sur les réorientations nécessaires éventuelles pouvant intervenir sur le déroulement du projet.</li> </ul> <p>Ce Comité de Pilotage sera constitué de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Représentants des partenaires au projet PIRIOS (Direction et mise en œuvre des actions)</li> <li>- Représentants des partenaires institutionnels et/ou cofinanceurs du projet</li> <li>- Représentant des organismes tiers et partenaires associés</li> </ul> <p>Ces Comité de Pilotage seront convoqués par le Chef de File au moins 1 mois avant la date définie par courrier électronique proposant un ordre du jour. Ils auront lieu la première année en Andorre, la seconde année en France et la troisième année en Catalogne.</p> <p>Lors de ces réunions les pilotes des actions présenteront un état d'avancement succinct de leur mise en œuvre, éventuellement appuyés par les autres partenaires techniques. Afin d'assurer un suivi régulier et efficace, ce comité de Pilotage sera renforcé par une coordination très étroite entre FORESPIR et chacun des pilotes des groupes de tâches développées dans le projet PIRIOS</p>
	Livrable
Activité 1.2	<b>Comité technique</b>
	<p>Le Comité Technique, animé par le Chef de File du projet, coordonnera l'ensemble des actions et assurera le suivi régulier du projet par l'organisation de 2 réunions par année, soit un total de 6 réunions sur la durée totale du projet.</p> <p>Il aura pour objectif de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordonner les interventions entre les partenaires techniques du projet selon le calendrier prévisionnel défini</li> <li>- Suivre les évolutions du projet et des actions</li> <li>- Apporter les éclairages techniques nécessaires à la bonne mise en œuvre des actions</li> <li>- Optimiser la communication interne entre les différents partenaires techniques</li> </ul>

	<p>Il sera constitué par le chef de file et un représentant technique de chaque structure, ainsi que des organismes tiers et associés</p> <p>Si besoin, des acteurs clefs externes au partenariat dont l'avis et l'expertise sont particulièrement importante pour la bonne mise en œuvre des actions pourront être invités à participer à tout ou partie de ces Comités.</p> <p>Ces Comité techniques seront convoqués par le Chef de File au moins 15 jours avant la date définie par courrier électronique proposant un ordre du jour. Un des deux Comité Technique annuel pourra être couplée avec le Comité de Pilotage annuel (1/2 journée, ½ journée).</p> <p>Ils auront lieu :</p> <p>Première année : Andorre et France</p> <p>Seconde année : Catalogne et France</p> <p>Troisième année : Catalogne et Andorre</p>
	<p>Livrable</p> <p>Compte rendus de Comité Technique</p>

<b>2</b>	<b>ACTIVITES DE COMMUNICATION</b>	
	Partenaire responsable de l'action	FORESPIR
<b>Activité 2.1</b>	<b>Communication relative au PROJET PIRIOS</b>	
	<p><input type="checkbox"/> <b>Développement d'un site internet</b></p> <p>La communication est un moyen essentiel pour faire connaître les résultats du projet PIRIOS. A l'heure du numérique, des supports dématérialisés et des réseaux sociaux, le développement d'un site internet dédié est une étape indispensable qui permet d'optimiser la diffusion des réalisations du projet.</p> <p>Pour ce faire les partenaires investiront dans la conception et la mise en œuvre d'un site web permettant de présenter le projet et ses actions, les partenaires, le programme POCTEFA.</p> <p>Une section sera dédiée à la consultation des cartes de risques avec différents niveaux de détails disponibles selon le public et à toutes les informations produites dans le cadre du projet PIRIOS.</p> <p>Le site internet sera rapidement mis en place et alimenté au fur et à mesure du développement des actions.</p>	
	<p><input type="checkbox"/> <b>Edition du matériel de communication</b></p> <p>Communiquer à chaque étape du projet garantie que l'information circule de façon optimale à destination des publics cible.</p> <p>C'est la raison pour laquelle les partenaires PIRIOS définiront différents supports de communication à plusieurs étapes essentielles du projet, comme par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plaquette de présentation du projet qui sera réalisée et diffusée par internet à un ensemble d'acteurs locaux (SDIS, élus, propriétaires forestiers, etc.)</li> <li>- vidéo de divulgation sur les enjeux de la prévision du risque d'incendie et réalisations de PIRIOS</li> <li>- Panneaux informatifs qui seront localisés sur les zones pilotes</li> <li>- Publications scientifiques ou de divulgation</li> <li>- Note de presse adressée aux principaux médias locaux</li> <li>- ...</li> </ul>	
	Livable	Site internet / Matériel de communication
<b>Activité 2.2</b>	<b>Communication relative à la prévention contre les incendies forestiers dans les Pyrénées</b>	
	<p><input type="checkbox"/> <b>Edition d'un manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour la prévention contre les incendies forestiers</b></p> <p>La présente activité consistera à la conception, l'édition, la traduction et le tirage en 1700 exemplaires d'un manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour la prévention contre les incendies forestiers.</p> <p>Ce document sera édité en 3 langues : français, catalan et castillan. Le contenu technique pourra être modulé en fonction des régions destinataire afin de s'accorder le mieux possible avec les contextes et les pratiques locales.</p>	

	<p>Les partenaires s’attacheront à éditer un document simple à comprendre et pratique à utiliser. Une version web sera également disponible sur le site internet de PIRIOS.</p> <p>La répartition du nombre de manuel prévu est la suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 200 ex. pour l’ANDORRE (en Catalan)</li> <li>- 500 ex. en Castillan</li> <li>- 500 ex. pour la CATALOGNE (en Catalan)</li> <li>- 500 ex. pour la France (en Français)</li> </ul> <p style="margin-left: 40px;">□ <b>Journées de transfert, formation et divulgation des résultats du projet PIRIOS</b></p> <p>La présente activité consistera à la définir le format, le matériel et l’organisation des différentes journées dédiées au transfert, à la formation et à la divulgation des résultats du projet.</p> <p>Pour ce faire les partenaires proposeront l’organisation de journées techniques spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- au minimum 5 journées techniques sur le volet « Gestion » (action 5) (1 en Andorre, 2 en Catalogne et 2 en France)</li> <li>- au minimum 3 journées techniques sur les volets indices (action 3 et action 4) (1 en Andorre, 1 en Catalogne et 1 en France)</li> <li>- Organisation d’un Colloque de clôture et de restitution des résultats du projet PIRIOS.</li> </ul>		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Livrable</td> <td style="text-align: center;">Manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour la prévention contre les incendies forestiers / Compte-rendus des journées techniques organisées</td> </tr> </table>	Livrable	Manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour la prévention contre les incendies forestiers / Compte-rendus des journées techniques organisées
Livrable	Manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour la prévention contre les incendies forestiers / Compte-rendus des journées techniques organisées		

<b>3</b>	<b>AMELIORER LA PREVISION EN TEMPS REEL DU RISQUE INCENDIE</b>
Partenaire responsable de l'action	METEO FRANCE
<b>Description succincte et objective de l'action</b>	
<p>Le massif pyrénéen connaît depuis longtemps une exposition au risque feux de forêt, notamment sur la façade orientale. Avec le changement climatique, l'état de sécheresse du combustible est voué à s'accroître et le risque d'incendie s'intensifiera tout en affectant les régions plus occidentales du massif.</p> <p>L'enjeu de l'action 3 est d'améliorer les indicateurs météorologiques de danger dédiés à la thématique Feux de Forêt pour une meilleure anticipation du risque par la sécurité civile en réponse aux objectifs suivants de l'appel à projet « OT5: promouvoir l'adaptation au changement climatique, la prévention et la gestion des risques » et plus particulièrement la priorité «5b : Favoriser des investissements destinés à prendre en compte des risques spécifiques, en garantissant la résilience aux catastrophes et en développant des systèmes de gestion de situation de catastrophes».</p> <p>Pour répondre à ces enjeux il est nécessaire d'adapter au contexte Pyrénéen les indices météorologiques d'incendie et d'améliorer la compréhension des facteurs de risque (structurels et dynamiques (humidité du combustibles fin, vent, etc.)) comme base de l'estimation du risque global.</p> <p>De façon complémentaire, il est proposé de déployer une modélisation de la propagation et du comportement des incendies à partir de l'état de l'art. Cette modélisation reposera sur une description fine de la topographie (modèle numérique de terrain, MNT), de la diversité (espèce, hauteur et structure) et de l'état d'un nombre réduit de classes de combustible (degré d'humidité du combustible), et de la météorologie (vent).</p> <p>Le processus de modélisation sera basé sur des données terrain et sur la cartographie existante. On réalisera finalement une extrapolation des résultats à tout le massif des Pyrénées, tant des variables mesurées sur le terrain, que des indices de risque obtenus via le processus de modélisation. La nature dynamique de certaines des variables explicatives (données météorologiques), permettra de générer des prédictions dynamiques au pas de temps journalier, voire intra-journalier du risque d'incendies, afin de faciliter les opérations de prévention et optimiser l'installation de moyens d'extinction selon la distribution des zones à risque plus élevé.</p> <p>La justesse de cette modélisation est donc conditionnée d'une part par les travaux qui seront menés pour cartographier finement la végétation et la topographie (combustible et MNT) du massif Pyrénéen et d'autre part par la possibilité de lier des mesures de propriétés intrinsèques (humidité notamment) de ces combustibles à des indicateurs météorologiques déjà existants.</p> <p>Afin de s'assurer une intégration optimale des résultats du projet dans les pratiques des groupes cibles, le partenariat PIRIOS prévoit d'associer le groupe cible « Services sécurité civile et Services de prévention» dans la phase de validation de l'indice dynamique de risque d'incendie.</p>	



Activités et livrables	
Activité 3.1	<b>Adaptation des indicateurs existants au contexte Pyrénéen</b>
	<p>Il s'agit ici d'adapter des indicateurs déjà utilisés par les différents partenaires au contexte du massif des Pyrénées. Les indicateurs tels que l'Indice Forêt Météo (ou Forest Weather Index, préconisé pour décrire de danger météorologique feux de forêt en saison estivale) ou le Niveau d'Eclosion et de Propagation (préconisé à Météo France pour décrire le danger météorologique hivernal et printanier) pourront être recalculés sur le domaine d'étude en tenant compte des végétaux à une résolution de 8km pour des dates de rejeu antérieures à 2010 et à une résolution de 2.5km pour des dates de rejeu ultérieures à 2010. Cette prise en compte des végétaux pourra se faire en remplaçant l'évapotranspiration potentielle de l'IFM par une évapotranspiration réelle (SURFEX-ECOCLIMAP).</p> <p>De plus, on peut envisager de tester un calcul horaire de ces indicateurs de danger météorologique (actuellement, ces indicateurs sont quotidiens et représentent le danger météorologique à 12h TU). Cette description temporelle plus fine a déjà été testée à Météo France et peut permettre de mettre en évidence un danger fort non détecté par le calcul quotidien à 12h TU.</p> <p>PHASES :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1/ Intégrer l'évapotranspiration réelle dans le calcul de l'IFM quotidien. Il s'agit d'adapter la partie bilan hydrique des sous-indices de la méthode canadienne par une méthode prenant en compte des formulations plus adaptées au végétal et au cycle quotidien des phénomènes d'évapotranspiration.</li> <li>2/ Développer une formulation horaire de l'IFM (et du NEP) permettant de détecter le maximum de danger pour une journée, ainsi que l'heure associée à ce maximum de danger.</li> <li>3/ Rejouer le calcul de l'IFM et du NEP sur ce mode et comparer les résultats sur des situations de danger avéré (situations identifiées dans la base de feux développée à l'action 4).</li> </ol>
	Livable
Activité 3.2	<b>Anticipation synoptique des situations à danger</b>
	<p>Ce volet consiste à développer une analyse par types de temps synoptiques de la base Feux de Forêt issue de l'action 4. L'objectif est d'associer les régimes de temps (pression atmosphérique, température, régime des vents) aux caractéristiques des feux (nombre d'éclosions, surfaces brûlées). Cette analyse permettra une anticipation à moyenne échéance du contexte météorologique synoptique transposé à la problématique feux de forêt.</p> <p>L'étude sera menée en 2 temps, d'abord à l'échelle des stations météorologiques, puis sur l'ensemble du domaine pyrénéen, en utilisant les données de surface de modèles météorologiques d'analyse/prévision.</p> <p>PHASES :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1/ Détermination des situations synoptiques sensibles aux feux de forêts</li> <li>2/ Analyse par types de temps sur des stations test de Catalogne et d'Andorre</li> </ol>

	3/ Confrontation aux données météorologiques (stations et données points de grille) et différents indicateurs disponibles (IFM actuellement mais aussi indicateurs produits au volet précédent)
	4/ Généralisation à l'échelle des Pyrénées avec modèles météorologiques à maille fine.
	5/ Construction d'un modèle de sensibilisation et alerte à plusieurs jours d'échéance
	Livrable
	Anticipation synoptique des situations à danger
	<b>Modélisation de la vitesse de propagation potentielle des feux de forêt</b>
Activité 3.3	<p>Ce volet consiste à estimer le potentiel de propagation des feux de forêt. Premièrement, il s'agit pour cela de décrire finement le combustible (type, état intrinsèque) à partir de données météorologiques par le biais de modèles statistiques. Ces modèles statistiques auront été préalablement élaborés grâce à une étude de corrélation des données météorologiques et des données d'humidité intrinsèque du combustible récoltées sur le terrain par les partenaires. 4 classes de combustibles associées à 4 modèles statistiques pourront être générées :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.classe de type herbacé (combustible léger) ;</li> <li>2.classe de type arbusif (buissons, fougères...)</li> <li>3.classe de type arboré-feuillu ;</li> <li>4.classe de type résineux.</li> </ol> <p>Ensuite, il s'agit de décrire finement la topographie (à partir d'un MNT) et le vent (à partir des modèles disponibles à Météo France) sur l'ensemble du domaine d'étude. À partir de ces trois entrants (combustibles, topographie, vent météorologique) pourront être déployés plusieurs modèles de calcul de la vitesse de propagation potentielle (Balbi et Rothermel).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1/ Étude de corrélation entre les paramètres météorologiques issus des modèles de Météo France et les mesures d'humidité intrinsèque du combustible effectuées par les partenaires au sein de l'action 4.</li> <li>2/ Établir les modèles statistiques pour calibrer l'humidité intrinsèque des 4 classes de combustibles cartographiées par les partenaires (action 4).</li> <li>3/ Déployer des modèles de calcul de la vitesse de propagation potentielle à l'état de l'art.</li> </ol> <p>L'objectif de cette tâche est de permettre de déterminer les vitesses de propagation potentielles (semblables à celles de l'IFM) en utilisant d'autres formules, mais aussi de déterminer les vitesses de propagation établies maximales potentielles, dans le sens de la plus grande pente, prenant en compte les caractéristiques intrinsèques du végétal et le plus grand vent.</p> <p>Ces calculs seront tout d'abord effectués à la résolution (kilométrique, horaire) du modèle de végétation, résolution pouvant ensuite être encore améliorée en fonction de la disponibilité de données de meilleure résolution obtenues dans les sous tâches 3.1 et 3.2.</p> <p>L'utilisation de plusieurs modèles de propagation (Rothermel et Balbi) est de nature à permettre l'estimation par un analyste de la fiabilité des prévisions. Ces diagnostics étant nouveaux, ils ne sont pas comparables à des observations hors présence d'incendie, la comparaison inter-modèles constitue une méthode pour quantifier l'accord entre les résultats.</p>

Les deux modèles sont aussi différents par nature, Rothermel (Rothermel 1972), issu de l'étude de nombreux brûlages en laboratoires est quasi-empirique, très utilisé en Europe et Etats-Unis et reconnu. Néanmoins sa formulation, faisant appel à de nombreuses paramétrisations, ne permet pas de réaliser une estimation physique d'autres grandeurs potentiellement importantes (hauteur de flammes, puissance). Le modèle de Balbi (Balbi 2009) est lui dit "quasi-physique", se reposant sur moins de paramètres calibrés sur des expériences de laboratoire, il permet de dériver des formulations physiques diagnostiques sur d'autres critères pertinents (ici distances de sécurité, hauteur de flamme, puissance).

4/ Définir un nouvel indicateur de danger de propagation sur la base du calcul des vitesses de propagation potentielles. Pour cela, des seuils critiques de vitesses de propagation liés aux capacités d'intervention sur le terrain pourront être proposés par les acteurs de la sécurité civile.

5/ Rejeu et validation du nouvel indicateur. Confrontation du nouvel indicateur aux indicateurs de propagation déjà existants (IPI, sous-indicateur de l'IFM, Indice de Propagation Initial ne tenant compte que de la météorologie).

En termes de chronologie, les actions de développement seront réalisées en 2016 et 2017, et la validation du produit pré-opérationnel par la Sécurité Civile pourrait avoir lieu durant la campagne Feux de Forêt 2018.

Livrable

Mise en œuvre d'un indicateur de danger Feux de Forêt basé sur une modélisation de la vitesse de propagation des incendies forestiers

<b>4</b>	<b>EVALUATION DU RISQUE D'INCENDIE « STATIQUE » A L'ECHELLE DES PYRENEES</b>
Partenaire responsable de l'action	<i>EI PURPAN</i>
<b>Description succincte et objective de l'action</b>	
<p>Actuellement, il existe des disparités entre les régions et les pays par rapport aux méthodes utilisées pour mesurer le risque d'incendie « statique », ce qui empêche d'harmoniser des résultats à l'échelle du massif des Pyrénées. L'enjeu de l'action 4 est d'obtenir un affichage global et comparable entre régions des niveaux de risque. Cela nécessite un travail collaboratif entre les différents partenaires tant sur la création de la base de données sur les feux historiques que sur la cartographie de la sensibilité de la végétation au feu</p> <p>L'évaluation du risque d'incendie est une étape essentielle à la mise en œuvre d'actions de prévention des feux. Une information sur les niveaux de risque, évalués et représentés de manière homogène sur l'ensemble du territoire étudié, est indispensable à la création d'un programme commun d'identification des causes d'incendies et de planification pour la gestion du combustible.</p> <p>Il s'agit de décrire en tout point du territoire les conditions favorables aux incendies d'espaces naturels combustibles, c'est-à-dire d'estimer spatialement le risque dit « statique » car évoluant lentement dans le temps, par opposition au risque journalier qui correspond à un mode d'évaluation temporellement « dynamique » (voir action 3). Pour cela l'objectif est d'identifier les zones les plus exposées au risque en combinant deux paramètres essentiels cartographiés, de manière exhaustive sur l'ensemble des Pyrénées : (1) les facteurs de causalité de départ de feux ainsi que leur fréquence, par l'analyse de l'historique des feux passés, (2) les caractéristiques de la végétation naturelle les plus déterminantes pour les départs de feu et leur propagation, c'est-à-dire l'humidité et le type de combustible. On pourra ainsi cartographier le niveau d'inflammabilité et de combustibilité des différentes formations végétales, qui varie dans l'espace selon les conditions physiques (climat, relief, intensité du rayonnement...). Ces deux niveaux d'information seront également utilisés pour l'action 3 pour l'établissement de modèles statistiques météorologiques.</p> <p>L'apport de la télédétection est indispensable à l'évaluation de la sensibilité de la végétation au feu et pour cela des développements innovant, combinant plusieurs sources de données images nouvellement disponibles, seront mis en œuvre.</p> <p>En travail préliminaire il est nécessaire de faire la synthèse des documents actuels d'évaluation du risque d'incendie de forêt « statique » sur le massif, à des fins de comparaison de modèles utilisés et de résultats produits par cette étude.</p> <p>La démarche proposée pour évaluer le niveau de risque « statique » est un modèle d'évaluation qui intègre un ensemble de variables géospatialisées traduisant les principaux facteurs de risque d'incendies de forêt [<i>Chuviéco et al., 2014; Chuviéco et al., 2010</i>].</p> <p>Cette approche s'appuie sur les technologies de l'information géographique. Il est donc nécessaire en amont des tâches de constituer une base de données géographiques et statistiques (inventaire des feux passés, images de télédétection, données météorologiques) pour l'élaboration des différentes variables d'entrée nécessaires à l'estimation et la cartographie des facteurs de danger.</p> <p>Le modèle proposé doit être adapté à l'échelle du massif, et la démarche repose sur la</p>	

génération des différentes variables d'entrée, la manière avec laquelle elles sont combinées et la validation des données de sortie. L'organisation du travail se fera selon les étapes qui suivent.

**Activités et livrables**

**Analyses de causes d'incendies-évaluation de la fréquence des feux**

Pour cette étape il est nécessaire d'interpréter de façon homogène les feux passés. Une base de données sur les feux sera réalisée à partir des inventaires existant (départementaux et nationaux) pour organiser et homogénéiser les variables disponibles : nombre de feux, surface, date et causes, sur une période suffisamment longue ((en fonction des données existantes) afin de permettre une analyse rétrospective et dresser une typologie des feux. Les causes de départ de feux sont de deux ordres : naturel et humain. La seule cause naturelle est la foudre et représente qu'un faible pourcentage des départ de feux (le plus souvent inférieur à 10%), à l'exception de l'Aragon et des reliefs des Pyrénées atlantiques où elle peut représenter plus de 35% du total. Les causes humaines sont très variables et sont d'origine accidentelle ou volontaire. Des études antérieures dans plusieurs régions espagnoles et françaises ont démontré l'importance de prendre en compte la variation régionale des facteurs humains pour expliquer les départs de feu [Bedia et al., 2014; Martínez et al., 2009].

Activité 4.1

Les deux principales actions consistent à :

- Identifier les facteurs les plus importants impliqués dans la fréquence des incendies et tenant compte de la variabilité régionale, ainsi que les périodes à risques les plus probables
- Evaluer la probabilité historique d'incendies, soit directement à partir des données statistiques des feux passés, soit par une approche de modélisation spatiale intégrant les différentes variables explicatives de la fréquence et de la causalité liés aux facteurs humains ou naturels.

Pour les causes naturelles, on prendra en compte les facteurs explicatifs de la foudre qui ont été identifiés comme les plus significatifs par des études antérieures et en tenant des modèles prévisionnels canadiens [Pacheco et al., 2009; Wotton et Martell, 2005]. Les variables considérées et intégrées dans le modèle sont relatives aux conditions climatiques, à la topographie et aux types de combustible.

Les résultats obtenus serviront également pour la validation et/ou la calibration des conditions prédisposantes aux incendies évaluées par les étapes qui suivent.

Livable

2 bases de données sur l'historique des feux

**Cartographie de l'état de la végétation**

Activité 4.2

Les facteurs favorables aux départs de feux ou probabilité d'éclosion sont dépendant de l'**inflammabilité** de la matière végétale, c'est-à-dire sa capacité à s'enflammer. Celle-ci est très étroitement liée à **sa teneur en eau**. Une fois éclos le feu se propage selon une certaine intensité. La propagation dépend alors de la **combustibilité** de la végétation. Celle-ci est relative à la composition en essence, à la structure de la formation végétale (organisation spatiale verticale et horizontale) et à la quantité de biomasse. L'objectif de ce travail est d'estimer les deux composantes du risque liées à la végétation : l'humidité

et la combustibilité. La combinaison des deux, en intégrant également les causes de départ de feux, permettra d'évaluer les **conditions favorables aux incendies**.

**a) Humidité du combustible :**

Le teneur en eau du combustible (nommée FMC) est une caractéristique déterminante pour tout départ de feux et sa propagation. Cette composante « végétation » est donc essentielle à l'évaluation du risque.

La FMC est généralement séparée en celle des composants morts ( $FMC_{mort}$ ) et celle des composants vivants ( $FMC_{vivant}$ ).

- **Estimation de la  $FMC_{mort}$  :** les combustibles morts sont constitués des matériaux végétaux se trouvant au sol (feuilles, branches et débris) et sont les plus secs et les plus enclins à s'enflammer. Dans la littérature il est fait référence à une bonne précision de prédiction de la  $FMC_{mort}$  à partir d'indices météorologiques, car les variations d'humidité du combustible mort suivent celles des conditions atmosphériques. Nous proposons de calculer un indice identifié comme étant le plus déterminant dans le risque de départ de feu, qui estime l'humidité contenue dans la petite fraction de combustible mort (10 Hour fuel moisture) [Chuvienco et al., 2014; Sebastián-López et al., 2002]. Pour calibrer les valeurs, des mesures d'humidité sur le terrain seront réalisées à l'aide de dispositifs automatiques de mesure d'humidité et de température du combustible mort. On se propose de cartographier un **indice moyen sur les périodes à risque** (celles pour lesquelles l'occurrence de départ de feu est la plus élevée). On analysera également sur la période 2000-2015 **la variabilité inter-annuelle et spatiale de l'indice**.

- **Estimation de la  $FMC_{vivant}$  :**

Contrairement à la  $FMC_{mort}$ , l'estimation de la  $FMC_{vivant}$  ne peut pas se faire à partir de données météorologiques car les formations végétales n'ont pas toutes les mêmes mécanismes de réponse et d'adaptation à la sécheresse et peuvent utiliser les réserves d'eau stockées dans le sol. Les méthodes d'estimation reposent sur le potentiel des séries temporelles d'images satellites. On propose d'exploiter de manière combinée plusieurs sources de données en télédétection, en tenant compte des variables les plus couramment utilisés. A partir des séries temporelles d'images Modis on combinera différentes informations pour traduire les conditions d'assèchement de la végétation [Yebra et al., 2013] telles que des indices d'activité ou d'humidité du végétal [Caccamo et al., 2012], des indices phénologiques [Chéret et Denux, 2007], la température de surface [García et al., 2008]. On tiendra également compte de la future disponibilité des images Sentinel2. On examinera le potentiel des images radar à fournir des estimations de l'humidité de la végétation. Il a déjà été montré que le radar en bande C, notamment les images ERS-1 (polarisation VV) sont corrélées à l'humidité de la végétation dans divers milieux forestiers [Leblon et al., 2002]. Le potentiel des images du nouveau satellite Sentinel-1, acquises depuis avril 2014, pourra être étudié.

Au final, on retiendra les indices calculés par télédétection qui expriment la

meilleure capacité à suivre l'assèchement de la végétation.

Un modèle spatial d'évaluation de la  $FMC_{\text{vivant}}$  sera établi en prenant en référence des mesures sur le terrain d'humidité de différents types de végétation à l'aide de capteurs spécifiques. Deux méthodes de modélisation sont possibles :

- Soit une méthode empirique en appliquant une analyse de régression multivariée,
- Soit l'utilisation d'un modèle de transfert radiatif tel que Prospect, sur la base des avancées et des résultats déjà obtenus dans ce domaine [Jurdao et al., 2012; Yebra et Chuvieco, 2009] en complétant si besoin la calibration d'un modèle pour des types de végétation forestière non méditerranéens encore peu étudiés mais représentatifs du massif.

Comme pour la  $FMC_{\text{mort}}$  on générera une carte du **niveau d'assèchement moyen** des formations végétales.

On analysera également sur la période 2000-2015 la **variabilité interannuelle et spatiale** de l'indice.

- **Cartographie de l'inflammabilité :**

La carte d'inflammabilité est le résultat de la combinaison des deux plans précédents

**b) Combustibilité de la végétation:**

La combustibilité est le facteur « végétation » pris en compte pour estimer le risque de propagation. L'établissement d'une carte de combustibilité se fera en deux étapes :

- 1) On réalisera une cartographie des formations végétales à partir d'images satellites avec une résolution spatiale de 10 à 30 m. (Landsat, Deimos ou Sentinel-2) selon une nomenclature détaillée et après stratification du territoire. A chaque formation forestière sera attribuée une classe de combustible selon une nomenclature de référence tels que NFDRS ou Prometheus) ([Arroyo et al., 2008] et sur avis d'expert, car il sera nécessaire de définir les classes correspondant aux types de formations végétales non méditerranéennes.
- 2) On apportera de la variabilité intra peuplement par des estimations de la biomasse et de la structure des formations végétales. L'aspect innovant de ce travail repose sur la combinaison de différentes sources de données de télédétection (optique, Radar et Lidar) [García et al., 2011] et des différents indices que l'on peut produire et combiner. Des données Lidar couvrant la totalité du versant espagnol seront traitées pour une estimation du biovolume et une caractérisation structurale, en utilisant des données de références forestières et des mesures terrain. Le potentiel des données radar pour l'estimation de la biomasse forestière sera également étudié par le CESBIO. Le premier point d'amélioration concerne la limitation de l'effet de saturation qui

	<p>est vite atteint pour les valeurs de biomasse élevée [Mermoz et al., 2014]. Pour cela de nouveaux algorithmes doivent être testés et calibrés à partir de mesures terrain de biomasse. Le deuxième point d'amélioration est la correction des effets de la topographie, notamment de la pente.</p> <p>3) On comparera les résultats de la carte finale de combustibilité avec des cartes locales de combustibilité existantes.</p>	
	Livrable	Cartographie de l'état de la végétation : inflammabilité et combustibilité
Activité 4.3	<p><b>Combinaison et Interprétation des variables d'état de la végétation - cartographie des conditions favorables aux incendies</b></p>	
	<p><b>a) Modélisation</b></p> <p>Cette étape est basée sur l'analyse des relations spatiales et temporelles entre les différentes variables d'état de la végétation (inflammabilité et combustibilité) et les statistiques des feux passés.</p> <p>L'objectif final est d'établir un plan des conditions favorables aux incendies en tenant compte de la variabilité régionale. Un modèle combinant les différentes variables déterminantes pour le départ et la propagation des feux : inflammabilité et combustibilité de la végétation, paramètres topographiques (pente, altitude), et en prenant en référence les feux passés, sera établi. La méthode appliquée est une modélisation spatiale par régression logistique pondérée géographiquement, en prenant en compte soit uniquement les points correspondant aux départs de feu, soit tous les points sur lesquels on a une information sur les variables déterminantes</p> <p>Une carte des conditions favorables aux incendies sera produite après validation des résultats à partir d'un jeu de feux passés et seuillage des valeurs avec l'aide des experts.</p>	
	<p><b>b) Analyse des tendances évolutives</b></p> <p>Dans le contexte avéré d'augmentation des températures et de succession d'épisodes de sécheresse, et compte tenu que nous aurons des données sur une période relativement longue et récente (16 dernières années), nous proposons de comparer les tendances évolutives des trois types de variables : la FMC, la fréquence des feux et les conditions météorologiques telles que les anomalies de températures ou indices de sécheresse. Pour comparer ces tendances évolutives on pourra appliquer soit un modèle de corrélation spatiale simple, soit un modèle ajusté pour les différentes années par régression spatiale, complété par un modèle de corrélation linéaire. L'analyse permettrait de révéler des composantes structurées spatialement, à interpréter thématiquement, qui seraient impliquées de façon différentielle suivant les années.</p>	
Livrable	Cartographie des zones sensibles aux incendies	



<b>5</b>	<b>PROPOSER ET METTRE EN ŒUVRE UNE PLANIFICATION ET DES MESURES DE GESTION PREVENTIVE TRANSFRONTALIER</b>
Partenaire responsable de l'action	CTFC
<b>Description succincte et objective de l'action</b>	
<p>Cette action vise à évaluer et développer des méthodologies d'analyse du risque d'incendie à l'échelle locale (bassin versant, vallée, montagne) adaptées aux caractéristiques du massif des Pyrénées, à définir des stratégies de gestion sylvicole et pastorale optimales pour la réduction du risque d'incendie en fonction des contextes territoriaux et à promouvoir des mesures de gestion forestière et pastorales transfrontalières pour réduire le risque d'incendie.</p> <p>En effet, la propagation potentielle d'un incendie, son intensité et son impact, est largement définie par la configuration spatiale des modèles de combustible à l'échelle du paysage. Or, le combustible forestier est l'unique facteur directement modifiable au moyen d'une gestion préventive. Pour que cela soit économiquement viable, l'intensité du traitement et le type de gestion du combustible doivent être intégrés dans la planification afin de définir les zones d'action prioritaires. Cela permettra de générer, d'une part, des paysages fragmentés, résistants au feu, et, d'autre part, des secteurs clés propices à un éventuel incendie où les moyens d'extinction pourront travailler efficacement et en toute sécurité.</p> <p>Pour ce faire, il est nécessaire d'adapter les méthodes d'analyse du risque d'incendie aux particularités des Pyrénées. Les méthodes à évaluer dans ce contexte devront être reliées aux systèmes de simulation des incendies, qui intègrent de façon explicite la configuration spatiale du paysage et la propagation du feu. Il est également important d'identifier et de mettre en application des actions de gestion sylvicole et pastorale optimales démonstratives pour la réduction du risque d'incendie dans 5 zones stratégiques transfrontalières afin de générer une information technique de base sur les recommandations de gestion forestière et pastorale pour réduire le risque d'incendies dans les Pyrénées, à partir des résultats et des informations obtenus dans les zones pilotes.</p> <p>La méthode choisie sera la base pour la localisation et le dimensionnement des traitements préventifs (modification du combustible grâce à une gestion sylvo-pastorale) dans des secteurs clés, ce qui permettra de maximiser l'impact à moindre coût.</p> <p>Pour ce faire, l'action 5 a comme buts :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) la conception et l'adaptation de méthodes d'analyse des risques basées sur les simulateurs de propagation du feu ;</li> <li>2) l'application de traitements démonstratifs de gestion forestière et pastorale dans des zones stratégiques pour la réduction du risque d'incendie transfrontaliers ;</li> <li>3) l'élaboration de matériel technique pour la sélection correcte et la mise en œuvre des traitements de gestion préventive.</li> </ol>	

Activités et livrables		
Activité 5.1	<b>Analyse du risque d'incendie à l'échelle du paysage sur des zones pilote</b>	
	<p>Pour 5 zones pilotes, à dominance forestières, on évaluera d'une manière intensive le comportement potentiel de feu, la probabilité d'occurrence du feu et l'impact supposé du feu sur les divers biens et services que le paysage englobe.</p> <p>En combinant l'information au niveau du massif (incendies historiques, scénarii météorologiques, types de combustible) et l'information spécifique au niveau des zones pilote (configuration spatiale des usages du sol et des types de combustible; inventaires spécifiques sur l'état de la forêt, des pâturages et du matorral ; MNT haute résolution), on réalisera la cartographie nécessaire pour simuler des scénarii multiples d'occurrence d'incendies.</p> <p>Au moyen des simulateurs d'incendies explicites, des scénarii d'incendies seront évalués, afin d'obtenir l'information sur la probabilité d'occurrence d'incendies, le type le plus commun d'incendie (de surface, de houppier, de surface avec entorchement ...), son intensité, sa sévérité, et l'impact attendu sur le paysage et les biens associés. Ces scénarii seront basées sur les conditions de gestion des combustibles actuels. La base de l'analyse sera le système de simulation FlamMap, adaptée aux informations mentionnées précédemment.</p> <p>A partir de l'information obtenue des simulateurs, des "zones clefs" seront identifiées pour la propagation du feu, dans lesquelles des traitements du combustible (arboré, arbustif et/ou herbacé) peuvent avoir pour conséquence une réduction significative du risque d'incendie au niveau du paysage.</p>	
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Livable</td> <td>Génération d'une cartographie du risque d'incendie, à l'échelle du paysage, sur un minimum de 5 zones pilotes, basée sur l'étude de la propagation du feu</td> </tr> </table>	Livable
Livable	Génération d'une cartographie du risque d'incendie, à l'échelle du paysage, sur un minimum de 5 zones pilotes, basée sur l'étude de la propagation du feu	
Activité 5.2	<b>Définition de stratégies de gestion forestière et pastorale</b>	
	<p>On compilera l'information existante sur les stratégies de gestion forestière et pastorale transfrontalières visant à réduire le risque d'incendie. La compilation se concentrera sur les pratiques et les documents existants dans les Pyrénées, avec des contributions possibles provenant d'autres massifs montagneux. Cette compilation devrait aborder aussi les possibilités de coordination transfrontalière pour réduire le risque. L'utilité et l'applicabilité des solutions de gestion proposées seront évalués par le biais de réunions avec des experts et techniciens.</p> <p>Les stratégies de gestion se définiront à l'échelle de l'unité de gestion en fonction de leur efficacité supposée dans la réduction du risque et de leur coût de mise en œuvre.</p> <p>Certaines de ces actions ou stratégies de gestion à évaluer pourront être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenir des structures forestières résistantes au passage du feu et qui facilitent l'extinction des incendies forestiers,</li> <li>- Transformation de forêt dense en pâturages boisés</li> <li>- Récupération de pâturages embroussaillés</li> </ul> <p>Pour cela sera analysée l'efficacité de traitements forestiers comme des élagages, des essartages, des éclaircies ou des brûlages dirigés. Le dimensionnement des traitements et des mesures nécessaires pour maintenir leur efficacité seront également évalués.</p>	

	Le résultat final de cette action sera un manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour les Pyrénées pour réduire le risque d'incendies.	
	Livrable	Manuel de bonnes pratiques de gestion forestière pour les Pyrénées pour réduire le risque d'incendies.
Activité 5.3	<b>Mise en œuvre de gestion forestière et pastorale démonstrative pour la réduction du risque d'incendie dans des secteurs stratégiques à l'intérieur des zones pilotes</b>	
	<p>Dans les zones clefs identifiées pour la réduction du risque d'incendie des traitements de gestion forestière et pastorale démonstratifs seront sélectionnés et mis en œuvre.</p> <p>Les traitements à réaliser auront été définis par l'action 5.1, et leur localisation au moyen de l'action 5.2.</p> <p>On s'assurera que les zones de traitement soient situées dans des aires limitrophes proches de la frontière afin de faciliter la comparaison des résultats.</p> <p>Les parcelles de démonstration seront entre 1 et 8 hectares selon le type de gestion.</p> <p>Ces parcelles de démonstration comprendront des unités de gestion où réaliser des modifications dans la structure des peuplements et des zones de garrigue où réduire la charge de combustibles par des essartage ou des brûlages dirigés.</p> <p>Sur celles-ci, seront entreprises des actions de maintien par pâturage.</p> <p>Les zones pilotes pourront être les suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vall Ferrera y Ribera de Cardos. Frontière avec l'Andorre permet de partager des points stratégiques de gestion de matorral et d'amélioration des pâturages. C'est une zone protégée par le PN de l'Alt Pirineu et la gestion forestière pourrait facilement y être réalisée.</li> <li>2. Port del cantó-Vall de Santa Magdalena, Os de Civis y Sant Julià de Lòria (Andorra). Zone de frontière commune entre l'Andorre et la Catalogne. Une des zones les plus vulnérables déjà affectée par le passé par des incendies touchant la population et des voies d'accès importantes.</li> <li>3. Cerdanya. zone frontalière avec l'Andorre et la France. Dans la zone quelques incendies assez sévères ont eu lieu les dernières années. La comarca de la Cerdanya tiene amplia experiencia en gestión forestal y pastoral.</li> <li>4. Ariège. Vallée Ax-les-thermes – Merens les Vals – l'Hospitalet près Andorre. Zone forestière frontalière avec l'Andorre présentant de forts enjeux en termes de protection contre les risques naturels. Sur cette zone, fortement sujette aux avalanches et aux chutes de pierres, la forêt joue un rôle important de protection. Des incendies sur cette zone auraient un impact important sur la voie de communication avec l'Andorre.</li> <li>5. Ariège. Vallée d'Auzat/Vicdessos. Zone forestière frontalière avec la Catalogne, présentant des enjeux contrastés, notamment environnementaux (zone à Grand Tétras) et d'accueil du public.</li> </ol>	
Livrable	<b>Synthèse/rapport des journées de démonstration</b>	

## DURABILITÉ et TRANSFERABILITÉ DES RESULTATS DU PROJET PIRIOS

---

### *Comment le projet garantira-t-il que les réalisations et les résultats escomptés du projet prolongeront leurs effets au-delà de la durée du projet ?*

Les partenaires du projet PIRIOS sont les principaux acteurs intervenant tant dans la prédiction du risque d'incendie que dans la gestion préventive des combustibles.

En effet, sur le versant Nord, c'est Météo France qui estime le risque d'occurrence d'un feu de forêt via l'estimation de l'IFM (Indice Forêt Météo). Cet indice, calculé sur 40 zones du territoire national est ensuite transmis aux autorités de sécurité civile qui peut ainsi pré positionner les moyens d'extinction sur les zone à risque majeur. Cet indice mériterait toutefois d'être affiné en intégrant de nouveaux éléments, notamment la végétation, la topographie, etc.

Développer de nouveaux indices d'estimation du risque d'incendie dans les Pyrénées est un des objectifs du projet PIRIOS : le fait que Météo France soit partenaire et développe ce nouvel indice est donc un facteur essentiel pour s'assurer de la durabilité des résultats et des réalisations du projet PIRIOS.

De même, sur le versant Sud-est (Catalogne), la Généralité de Catalogne, via son service de prévention des incendies forestiers, élabore notamment les plans de prévention d'incendies forestiers, délimite les zones à risque et élabore l'indice de danger d'incendies forestier tout en coordonnant les campagnes de sensibilisation. Ce rôle central dans la prévention du risque incendie lui confère toute la légitimité nécessaire pour s'assurer de la durabilité des résultats générés dans le cadre du projet PIRIOS.

Enfin, concernant le volet « gestion préventive », le projet PIRIOS s'est assuré que participent les principaux organismes chargés de la gestion forestière, la forêt étant le principal combustible des incendies. Qu'il s'agisse de l'ONF, gestionnaire des forêts publiques françaises, ou de la Généralité de Catalogne, gestionnaire des forêts publiques Catalanes, le partenariat a été constitué de telle sorte à s'assurer que les bonnes pratiques de gestion puissent être assimilées au maximum dans les actions de gestion quotidiennes de ces organismes. Enfin, il convient de souligner que FORESPIR est constitué par les entités représentantes des forestiers privés, communes forestières des Pyrénées et des acteurs forestiers de l'Aragon, (par ailleurs partenaire associé du présent projet), de la Navarre et du Pays Basque : il sera à même de mobiliser ses Membres pour diffuser les résultats du projet PIRIOS à l'ensemble des acteurs forestiers Pyrénéens, partenaires du projet PIRIOS, ou non.

### *Comment le projet garantira-t-il que les réalisations et les résultats escomptés du projet seront applicables et pourront être reproduits par d'autres organisations / régions / pays en dehors du partenariat actuel ?*

Comme précédemment indiqué, Météo France, la Généralité de Catalogne et l'ONF sont les principaux acteurs de la prévention contre le risque d'incendie, en France et en Catalogne.

Pour s'assurer de la transférabilité des résultats du projet le partenariat compte sur plusieurs éléments :

- la capacité de Météo France à diffuser les résultats à d'autres zones françaises concernées par ce risque et par la besoin d'amélioration de l'indice de prévision du risque d'incendies forestiers. Ce partenaire à d'ores et déjà évalué la possibilité que les travaux réalisés dans le cadre de PIRIOS puissent servir à l'amélioration de l'indice de prévision du risque d'incendie dans le massif Landais ou en région Méditerranéenne.
- le fait que la « Diputación General de Aragon » participe comme associé au projet PIRIOS démontre une véritable volonté de pouvoir suivre de façon étroite les actions du projet PIRIOS et éventuellement de pouvoir s'en inspirer pour améliorer le calcul d'indice de feu forestier de la Communauté Autonome d'Aragon
- le fait que le Conseil Départemental des Pyrénées Orientales participe comme associé au projet PIRIOS démontre une véritable volonté de pouvoir faire en sorte que ce territoire présentant un

risque majeur d'incendie forestier puisse capitaliser les travaux issus du projet PIRIOS pour optimiser la phase de prévention.

- le fait que le « Departament de Prevenció i Extinció i Salvament (DEPEIS) » du « Ministeri de Justícia i Interior » du Gouvernement d'Andorre participe comme associé au projet PIRIOS démontre une véritable volonté de pouvoir faire en sorte que ce territoire puisse capitaliser les travaux issus du projet PIRIOS pour contribuer à réduire le risque d'incendie forestier sur la Principauté d'Andorre.
- le Centre Technologique Forestier de Catalogne, organisme de recherche appliquée à la pointe de la recherche sur cette thématique, participe à de nombreuses initiatives, projets ou réseaux européens sur ce thème et pourra ainsi communiquer activement et efficacement sur les acquis du projet PIRIOS.
- l'ensemble des partenaires du projet PIRIOS participent activement aux cellules de travail sur le risque d'incendies forestiers : ils seront ainsi à même de s'assurer que les réalisations du projet servent à d'autres territoires et/ou puissent servir de point de départ à l'émergence de nouvelles initiatives basées sur les acquis du projet.

## ELEMENTS FINANCIERS

### DETAIL DES DEPENSES PAR PARTENAIRE ET CATEGORIE DE DEPENSES

Catégorie de dépense	Total	FORESPIR	METEO-FRANCE	GENERALITAT DE CATALUNYA	OFFICE NATIONAL DES FORETS	CENTRE TECHNOLOGIC FORESTAL DE CATALUNYA	ECOLE D'INGENIEURS DE PURPAN
Frais de personnel	1 034 486,02	82 978,00	187 997,00	235 162,49	183 225,00	140 380,93	204 742,60
Frais de bureau et frais administratifs	76 583,64	5 931,35	13 625,22	17 603,45	13 741,88	10 528,54	15 153,20
Frais de déplacement et d'hébergement	73 476,00	4 200,00	19 000,00	6 656,00	5 100,00	29 120,00	9 400,00
Frais liés au recours à des compétences et des services externes	274 612,40	154 152,00	0,00	90 500,00	0,00	27 210,40	2 750,00
Dépenses d'équipements	56 800,00	700,00	0,00	37 000,00	5 000,00	10 600,00	3 500,00
<b>Total</b>	<b>1 515 958,06</b>	<b>247 961,35</b>	<b>220 622,22</b>	<b>386 921,94</b>	<b>207 066,88</b>	<b>217 839,87</b>	<b>235 545,80</b>

**PLAN DE FINANCEMENT PREVISIONNEL –POUR LES TROIS ANNEES DE PROJET**

PARTENAIRES	BUDGET TOTAL	UNION EUROPEENNE FEDER - POCTEFA		CGET	DPFM	DREAL	ANDORRE	TOTAL COFINANCEMENT PUBLIC		AUTOFINANCEMENT	
		€	%					€	€	€	€
FORESPIR	247 961,35	161 174,88	65,00	3 628,36 €	3 628,36 €	3 628,36 €	47 950,70 €	58 835,79 €	23,73	27 950,68 €	11,27
METEO FRANCE	220 622,22	143 404,44	65,00	10 582,39 €	10 582,39 €	10 582,39 €		31 747,17 €	14,39	45 470,61 €	20,61
GENCAT	386 921,94	251 499,26	65,00							135 422,68 €	35,00
ONF	207 066,88	134 593,47	65,00	9 932,19 €	9 932,19 €	9 932,19 €		29 796,58 €	14,39	42 676,83 €	20,61
CTFC	217 839,87	141 595,92	65,00							76 243,95 €	35,00
EI PURPAN	235 545,80	153 104,77	65,00	11 298,22 €	11 298,22 €	11 298,22 €		33 894,65 €	14,39	48 546,38 €	20,61
<b>TOTAL</b>	<b>1 515 958,06</b>	<b>985 372,74</b>	<b>65,00</b>	<b>35 441,16 €</b>	<b>35 441,16 €</b>	<b>35 441,16 €</b>	<b>47 950,70 €</b>	<b>154 274,19 €</b>	<b>10,18</b>	<b>376 311,13</b>	<b>24,82</b>

Soit 11 813,72 € 11 813,72 € 11 813,72 € par an