

Le risque de feu ne s'allume pas seulement dans le ciel, mais aussi dans le sol

Pourquoi l'humidité du sol, le stress hydrique de la végétation, la biodiversité et la vie souterraine doivent désormais faire partie de notre lecture du risque d'incendie

« Un feu peut commencer par une étincelle. Mais sa capacité à se propager se prépare souvent des semaines à l'avance, dans l'eau que le territoire a réussi à garder — ou à perdre. »

ALAIN BÉLANGER

Ingénieur forestier · Entrepreneur · Beyond Sustainable Tech
Global Initiative for Regenerative Watersheds | Août 2026

UNE AUTRE FAÇON DE LIRE LE RISQUE D'INCENDIE

Quand un feu de forêt se déclare, notre premier réflexe est de regarder le ciel. Quelle est la température? Quelle est la force du vent? À quel point l'air est-il sec? Y a-t-il eu de la foudre?

Ce sont des questions essentielles. La météo immédiate influence fortement l'allumage, la direction et la vitesse de propagation.

Mais la météo ne raconte pas toute l'histoire. Le premier article de cette série a examiné comment les routes, fossés, ponceaux et surfaces compactées peuvent former un second réseau de drainage superposé à un bassin versant. Il posait une question simple: en protégeant chaque route individuellement contre l'eau, avons-nous adéquatement mesuré l'effet cumulatif de l'ensemble du réseau sur la capacité du territoire à retenir cette même eau?

Ce deuxième article reprend là où le premier s'est arrêté. Une route ne déclenche pas automatiquement un feu de forêt. Un fossé n'enflamme pas une forêt. Mais si notre infrastructure contribue à évacuer l'eau du paysage trop rapidement, elle peut changer les conditions que rencontrera la prochaine étincelle. La question n'est donc pas seulement « Qu'est-ce qui déclenche un feu? » Elle est aussi « Dans quel état hydrologique et biologique se trouve le territoire au moment où le feu se déclare? »

L'étincelle et le territoire sont deux questions différentes

La cause de l'allumage et la capacité d'un feu à se propager ne sont pas la même chose. L'étincelle peut provenir de la foudre, d'une ligne électrique, d'un équipement, d'un véhicule, d'un feu de camp échappé ou d'une négligence humaine. Mais la même étincelle peut produire des résultats très différents.

Dans un paysage humide, ombragé et biologiquement fonctionnel, un départ de feu peut rester limité. Dans un paysage soumis à un stress hydrique profond depuis des semaines, pendant des températures élevées et des vents forts, la même étincelle peut rencontrer des combustibles capables de soutenir une propagation beaucoup plus rapide. La météo compte. La topographie compte. Le type et la disposition des combustibles comptent. Mais la science récente montre que nous devons porter une attention beaucoup plus grande à une variable sous nos pieds: l'humidité du sol.

La météo décrit l'instant. Le sol conserve la mémoire de la saison.

Un bulletin météo nous indique ce qui se passe aujourd'hui et ce qui pourrait se produire dans les prochains jours. L'humidité du sol raconte une histoire plus longue. Elle intègre les précipitations reçues — ou manquées — sur

plusieurs semaines. Elle reflète l'évaporation, la transpiration des plantes, la texture du sol, la profondeur d'enracinement, la recharge des eaux souterraines et la vitesse à laquelle l'eau a quitté le territoire.

Le sol agit donc comme une mémoire hydrologique. Une pluie abondante peut être tombée quelques jours plus tôt, et le territoire peut néanmoins demeurer en déficit si une grande partie de cette eau a ruisselé rapidement, a été concentrée dans des fossés, ou n'a jamais infiltré assez profondément pour reconstituer les réserves. C'est pourquoi un paysage peut connaître un événement de pluie torrentielle et demeurer, fonctionnellement, en sécheresse.

La quantité d'eau qui tombe ne suffit pas à elle seule. Il faut aussi considérer où l'eau tombe, à quelle vitesse elle se déplace, combien de temps elle demeure dans le sol, à quelle profondeur elle s'infiltré, et à quel point le système vivant est capable de l'absorber et de la redistribuer.

Ce que 196 feux de forêt ont révélé

En 2025, des chercheurs associés au U.S. Forest Service ont publié une étude importante fondée sur environ 5 400 cartes de progression journalière issues de 196 feux de forêt survenus dans les Northern Rockies entre 2012 et 2021. Ils ont testé la capacité de différentes variables — météo, combustibles, topographie, hydroclimat, humidité du sol et stress hydraulique de la végétation — à expliquer la croissance quotidienne des feux.

Leur résultat mérite d'être retenu: l'humidité du sol et le stress hydraulique des plantes étaient les variables dominantes pour prédire la propagation. L'ajout de ces variables a amélioré la performance des modèles d'environ 8 à 9 % par rapport aux modèles n'utilisant que la météo et les combustibles. Cela ne signifie pas que l'humidité du sol sera toujours la variable dominante dans tous les écosystèmes. Il s'agissait d'une étude régionale, et les auteurs eux-mêmes recommandent une réplification ailleurs. Mais elle démontre que l'état hydrologique accumulé d'un territoire peut expliquer une part importante du comportement du feu que la météo du jour même n'explique pas entièrement.

196 feux de forêt analysés, Northern Rockies, 2012–2021	~5 400 cartes de progression journalière modélisées	+8–9 % gain de précision en ajoutant l'humidité du sol
--	--	---

Chiffres tirés de Holden et al., Geophysical Research Letters, 2025 [1].

Cette connaissance commence déjà à passer de la recherche à l'opérationnel. En 2026, la même équipe a décrit un système de prévision opérationnel pour le Pacifique Nord-Ouest et les Northern Rockies, développé à partir de plus de 500 feux et combinant la météo à l'information sur l'humidité du sol pour produire des cartes quotidiennes du potentiel de propagation. L'humidité du sol n'est donc plus seulement une variable scientifique intéressante. Elle devient un outil pratique de gestion des feux.

De l'eau dans le sol à l'eau dans la plante

Le lien entre le sol et le feu passe en grande partie par la végétation. Une plante vivante n'est pas simplement un autre combustible sec. Elle puise l'eau du sol par ses racines. Cette eau circule dans ses tissus, soutient la photosynthèse, aide à réguler la température et contribue à l'humidité des feuilles, des aiguilles et des petites branches.

Lorsque l'eau disponible dans le sol diminue, la plante commence à subir un stress hydraulique. Les stomates se ferment pour réduire la perte d'eau. La photosynthèse ralentit. Le potentiel hydrique diminue. Selon l'espèce, la profondeur d'enracinement, le type de sol et l'intensité de la sécheresse, la teneur en eau des tissus vivants peut aussi diminuer. La teneur en eau des combustibles vivants est une variable centrale de l'inflammabilité et du comportement du feu. Les travaux récents relient de plus en plus cette teneur en eau à la physiologie des plantes plutôt que de traiter toute la végétation vivante comme si elle réagissait de la même façon.

Dans les forêts de type méditerranéen, des modèles hydrauliques végétaux suggèrent qu'une sécheresse extrême peut réduire l'humidité des feuilles et de la canopée et accroître la vulnérabilité aux feux de forêt. Le mécanisme n'est pas seulement l'eau présente dans une feuille à un instant donné. C'est la capacité de la plante à continuer d'alimenter cette feuille depuis le sol. Sol, racines, tige, canopée et atmosphère forment un seul continuum hydraulique. Lorsque nous modifions la disponibilité de l'eau dans le sol au fil du temps, nous influençons indirectement l'état futur de la végétation.

Le territoire vivant sous nos pieds

Nous parlons souvent du sol comme s'il s'agissait d'une matière inerte: sable, argile, gravier et matière organique. Mais un sol fonctionnel est aussi un écosystème. Il contient des bactéries, des champignons, des protozoaires, des nématodes, des arthropodes, des racines et d'innombrables organismes qui transforment la matière, font circuler les nutriments et contribuent à bâtir sa structure.

Cette biodiversité n'est pas simplement présente dans le sol. Elle contribue à son fonctionnement. Les champignons développent des réseaux d'hyphes qui relient les particules entre elles. Les microorganismes produisent des composés qui contribuent à l'agrégation. Les racines créent des canaux. La matière organique soutient une structure poreuse capable de laisser entrer l'eau et d'en garder une partie disponible.

Un sol vivant n'est pas simplement un contenant rempli d'eau. Il façonne activement la manière dont l'eau s'infiltre, se déplace, demeure disponible et retourne graduellement à la végétation. La biodiversité du sol fait partie de l'infrastructure hydrologique naturelle d'un territoire.

La sécheresse « tue-t-elle automatiquement » la vie du sol?

La science est plus nuancée. Il serait inexact d'affirmer que tous les microorganismes meurent dès que le sol s'assèche. Certains entrent en dormance. Certains modifient leur métabolisme. Certaines espèces sont mieux adaptées au stress hydrique que d'autres. Les bactéries et les champignons ne réagissent pas de la même façon.

Des épisodes de sécheresse modérés ou peu fréquents peuvent être suivis d'une récupération relativement rapide lorsque l'eau revient. Une étude de 2024 publiée dans Nature Communications a révélé qu'une sécheresse sévère réduisait les taux de croissance microbienne d'environ 48 % et réduisait également la respiration du sol, tout en observant une récupération rapide après le retour de l'humidité. Les champignons sont demeurés notablement actifs pendant la sécheresse, en partie en investissant davantage dans des composés de réserve.

Mais l'intensité et la répétition changent la réponse. Dans une autre expérience, une sécheresse de haute intensité a déclenché un changement persistant dans la communauté microbienne, réduit la complexité du réseau et diminué certaines capacités fonctionnelles même après le retour de l'humidité. À l'échelle mondiale, une étude menée sur 80 sites arides répartis sur tous les continents sauf l'Antarctique a également révélé que l'aridité croissante réduisait l'abondance et la diversité des bactéries et des champignons du sol, un effet largement attribuable au déclin du carbone organique du sol.

L'affirmation la plus exacte n'est donc pas « moins d'eau signifie que toute la vie du sol meurt ». C'est plutôt ceci: une sécheresse plus intense, plus longue ou plus fréquente peut réduire l'activité biologique, modifier la composition des communautés, simplifier les réseaux et affaiblir certaines des fonctions qui aident les sols à demeurer résilients.

Pourquoi la vie souterraine compte-t-elle pour la résilience hydrique?

La quantité d'eau qu'un sol peut retenir dépend de nombreux facteurs: texture, profondeur, matière organique, compaction, porosité, distribution des racines, topographie et activité biologique. Aucun microorganisme à lui seul ne contrôle le système. Mais de nombreuses études montrent que les organismes du sol peuvent influencer sa structure de façon significative.

Les hyphes des champignons mycorhiziens lient et relient les particules du sol entre elles. Elles contribuent à la formation d'agrégats stables à l'eau et sont associées à des protéines liées à la glomaline qui aident à maintenir la

stabilité des agrégats. Un article de 2024 publié dans *Geoderma* a expérimentalement séparé les effets des racines de ceux du réseau fongique, dans un sol calcaire, et a montré que les réseaux d'hyphes mycorhiziens à arbuscules et la protéine du sol liée à la glomaline favorisaient tous deux l'agrégation, en conditions normales comme en sécheresse.

Cette structure influence à son tour la continuité des pores, l'infiltration, la résistance à l'érosion, l'aération, l'accès des racines à l'eau et aux nutriments, ainsi que la capacité du sol à demeurer physiquement cohérent lors de pluies intenses. Cela ne signifie pas que toute perte de diversité microbienne cause immédiatement une sécheresse. Cela signifie qu'un territoire qui perd graduellement son humidité, sa matière organique, la vitalité de ses racines et sa fonction biologique peut aussi perdre certains des mécanismes qui l'aidaient, au départ, à absorber et à retenir l'eau.

L'effet domino hydrologique et biologique

Le mécanisme que nous devons maintenant étudier peut se résumer en une chaîne d'interactions:

1. L'eau quitte le territoire trop rapidement. Les fossés, les surfaces compactées, les ponceaux et les autres corridors de drainage interceptent et concentrent l'eau qui aurait autrement pu s'infiltrer.
2. Les réserves du sol diminuent. L'humidité chute plus tôt ou plus profondément pendant les périodes sèches, et les débits de fin de saison ainsi que les eaux souterraines peu profondes deviennent plus fragiles.
3. La végétation entre en stress hydraulique. Les plantes disposent de moins d'eau, et l'humidité de certains combustibles vivants peut diminuer.
4. La communauté biologique se réorganise. La croissance et l'activité microbiennes peuvent ralentir, et les événements les plus sévères ou répétés peuvent réduire la diversité, simplifier les réseaux et modifier les fonctions.
5. La capacité de récupération naturelle peut s'affaiblir. La structure, l'agrégation, le cycle des nutriments, les relations plante-microbe et la croissance racinaire peuvent tous être touchés.
6. Le territoire s'assèche plus rapidement lors de la prochaine sécheresse. Une canopée stressée, un sol plus chaud, une structure dégradée et des réserves limitées réduisent la marge de sécurité du système.
7. La prochaine étincelle rencontre un paysage plus vulnérable. Le réseau de drainage n'a pas « causé » le feu à lui seul, mais l'état hydrologique accumulé peut contribuer à déterminer comment le feu se comporte.

Moins d'eau peut affaiblir le sol vivant. Un sol vivant affaibli peut réduire certaines fonctions de résilience. Et un territoire moins résilient peut ensuite perdre de l'eau encore plus rapidement lors de la prochaine sécheresse. Cette chaîne est une synthèse tirée de plusieurs domaines de recherche. Ce n'est pas encore une seule étude qui démontre qu'un réseau routier a causé des pertes microbiennes qui ont ensuite causé un feu. Mais chacun des principaux maillons est suffisamment solide pour justifier une investigation directe sur le terrain.

La simplification du paysage peut amplifier le problème

C'est ici qu'un autre modèle moderne devient important. Nous sommes devenus très efficaces pour simplifier les paysages — en agriculture comme en foresterie. Les monocultures sont souvent plus faciles à planter, gérer, mécaniser et récolter. Mais l'homogénéité peut aussi synchroniser la vulnérabilité.

Lorsque la même espèce, la même classe d'âge, la même profondeur d'enracinement et le même patron de croissance dominent un territoire, la demande en eau devient souvent plus synchronisée. Les voies de récupération peuvent être moins nombreuses. La canopée peut réagir de façon plus uniforme au stress. La communauté biologique souterraine peut elle aussi être moins diversifiée sur le plan fonctionnel.

La diversité n'est pas une recette universelle et ne devrait jamais être présentée comme une solution miracle. Mais elle augmente souvent le nombre de mécanismes qu'un système peut mobiliser sous stress: patrons d'enracinement complémentaires, stratégies de sécheresse différentes, apports de litière variés, couvert plus continu, associations microbiennes plus fortes, et davantage de façons de récupérer après un choc.

En agriculture, les cultures de couverture et des rotations plus diversifiées ont, de façon répétée, amélioré l'infiltration et l'agrégation en moyenne sur de vastes bases de données probantes. En foresterie, les peuplements mélangés ont dans bien des cas montré une résistance plus forte à la sécheresse, tandis que les sols sous forêts mélangées ont également montré une meilleure résistance microbienne aux cycles d'assèchement-réhumidification que les sols sous peuplements monospécifiques. L'effet exact dépendra toujours de l'espèce, du sol, du climat et de l'aménagement. Mais la direction générale est importante: la simplification excessive peut réduire la résilience.

La France : un territoire qui reçoit encore de l'eau mais qui peine à la garder

La France constitue un cas d'étude utile pour comprendre pourquoi cette discussion devient urgente. L'indicateur régional de sécheresse d'Eurostat suit la superficie touchée par une baisse de productivité végétale liée à des déficits d'humidité du sol.

186 000 km² superficie moyenne touchée par année, UE, 2013–2023	650 000 km² superficie touchée en 2022, année de pointe	19 régions françaises parmi les plus touchées
---	---	--

Chiffres tirés du Eurostat Regional Yearbook 2025 [9].

Ce qui importe ici, c'est que l'indicateur ne mesure pas seulement un manque de précipitations. Il relie explicitement les anomalies d'humidité du sol à des anomalies négatives de productivité végétale. Autrement dit: moins d'eau dans le sol, moins de végétation fonctionnelle.

L'été 2026 a renforcé ce signal. Météo-France a rapporté que juin 2026 a été le mois de juin le plus chaud jamais enregistré à l'échelle nationale, soit 3,8 °C au-dessus de la normale 1991–2020. Le déficit de précipitations du mois a atteint près de 50 %, et dès la fin juin, la sécheresse des sols était devenue généralisée sur la France métropolitaine et la Corse. Au 8 juillet, 54 départements étaient classés en danger élevé ou très élevé de feux de forêt.

Ces données ne démontrent pas que les routes ont causé la sécheresse en France. Elles démontrent que, dans un territoire confronté à des précipitations irrégulières, une chaleur extrême et un déficit d'humidité du sol généralisé, toute infrastructure qui accélère inutilement la sortie de l'eau mérite d'être réexaminée.

Le coût économique n'est plus seulement écologique

Le rapport Hot Summer Economics de la Triodos Bank ajoute une dimension particulièrement utile pour l'infrastructure d'accès régénérative. Il estime que la chaleur extrême de 2026 pourrait retrancher environ 1 % du PIB de l'Union européenne — soit environ 180 milliards d'euros — par ses effets sur l'agriculture et l'alimentation, la production énergétique, le transport et la logistique, la productivité du travail, la santé et les services écosystémiques. La France y apparaît comme l'un des pays les plus exposés économiquement.

Nous ne devrions pas attribuer ces pertes aux routes. Le rapport ne l'affirme pas. Mais il soulève une question importante: si la chaleur, la sécheresse et les feux de forêt génèrent maintenant des pertes de cette ampleur, quelle valeur économique devrions-nous accorder aux choix d'infrastructure qui aident un territoire à retenir davantage d'eau, à réduire le stress hydrologique et à préserver sa résilience?

L'eau conservée dans un territoire devrait de plus en plus être comprise non seulement comme un actif écologique, mais aussi comme un actif économique.

Au Québec, la réserve visible

La même logique peut être illustrée sous un autre angle au Québec. En juin 2026, des préoccupations concernant la faible hydraulicité et la baisse des réserves énergétiques dans les réservoirs d'Hydro-Québec ont attiré l'attention publique sur la réserve visible d'eau emmagasinée derrière les barrages. Le réservoir Caniapiscau a été

signalé à environ 24 % de sa capacité à un moment donné, et les réserves énergétiques projetées ont été décrites comme les plus basses en 21 ans.

Ce n'est pas une preuve d'un effet des routes. C'est un rappel qu'un réservoir ne peut gérer que l'eau qui l'atteint. Les barrages ne remplacent pas les sols, les forêts, les tourbières, les milieux humides et les paysages en amont qui retiennent, libèrent et régularisent l'eau avant qu'elle n'atteigne une centrale.

Prévenir avant la première flamme

La gestion des feux de forêt se concentre traditionnellement sur la prévention des allumages, la surveillance météorologique, la détection rapide des départs de feu, la réduction de certains combustibles, la création d'accès, l'organisation de l'évacuation et la suppression des feux au sol et dans les airs. Tout cela demeure nécessaire.

Mais une stratégie complète devrait aussi se demander: comment aidons-nous le territoire à demeurer suffisamment hydraté pour rester résilient lorsque des conditions extrêmes surviennent? Nous ne pouvons pas contrôler le vent. Nous ne pouvons pas empêcher chaque vague de chaleur. Nous ne pouvons pas garantir qu'aucune étincelle ne se produira. Mais nous pouvons influencer le temps de résidence de l'eau, sa distribution dans le paysage, la compaction du sol, la recharge locale, la protection du couvert forestier et la qualité biologique du sol.

Il s'agit d'une forme de prévention des incendies qui commence des mois, voire des années, avant le feu lui-même.

Ce que change l'infrastructure d'accès régénérative

L'infrastructure d'accès régénérative n'est pas une technologie de suppression des incendies. Elle ne remplace pas les pompiers, la gestion des combustibles ou la planification des urgences. Elle agit plus en amont. Elle impose une nouvelle exigence à l'infrastructure: un corridor d'accès ne devrait pas seulement demeurer praticable; il devrait aussi éviter, dans la mesure du possible, d'affaiblir le système hydrologique et biologique qu'il traverse.

Cela signifie, entre autres, de distribuer les charges sans assécher systématiquement le sol; d'éviter de concentrer toute l'eau vers un petit nombre de points de rejet; de ralentir l'eau avant de l'évacuer; de la filtrer lorsque la qualité de l'eau l'exige; et de préserver le système vivant en réduisant la compaction inutile et en aidant l'humidité à demeurer disponible pour les racines et la vie du sol.

La technologie que nous développons chez Beyond Sustainable Tech constitue une application possible de ces principes. Mais l'enjeu dépasse largement notre solution. Ce qui doit évoluer, c'est la façon dont tous les corridors d'accès sont planifiés, évalués, construits et entretenus.

Ce qu'un véritable projet pilote devrait mesurer

Un projet pilote axé sur la résilience aux feux de forêt ne devrait pas mesurer seulement la performance structurale. Il devrait comparer un corridor conventionnel, une zone témoin et une infrastructure conçue pour favoriser la rétention et l'infiltration. Les mesures devraient inclure:

Hydrologie: l'humidité du sol à plusieurs profondeurs; le temps de résidence de l'eau; les débits de pointe; le volume d'eau exporté; le comportement de la nappe phréatique ou de la zone saturée locale; le taux d'infiltration; la distribution latérale de l'humidité.

Physique du sol: la densité apparente; la compaction; la porosité; la stabilité des agrégats; la température du sol; la teneur en matière organique; la résistance à l'érosion.

Biologie du sol: la biomasse et l'activité microbiennes; la respiration du sol; la diversité et la composition bactériennes et fongiques; la présence de mycorhizes; l'activité enzymatique; la récupération après sécheresse.

Végétation et combustibles: le potentiel hydrique des plantes; l'humidité du feuillage vivant; l'humidité de la litière; la croissance et la mortalité; le microclimat; l'évolution des combustibles fins.

Infrastructure: la performance portante; le comportement au gel-dégel; les besoins d’entretien; les coûts sur le cycle de vie; l’état du sol après le retrait.

Ces mesures nous permettraient de passer d’une hypothèse solide, appuyée par des recherches convergentes, à une démonstration complète sur le terrain.

Bâtir la résilience avant le feu

La réponse aux feux de forêt commence souvent lorsque la fumée apparaît. La résilience commence beaucoup plus tôt. Elle commence avec la pluie que le territoire réussit à garder. Avec des sols qui demeurent poreux. Avec des racines qui continuent d’avoir accès à l’eau. Avec des microorganismes qui font circuler les nutriments et aident à maintenir la structure. Avec un couvert forestier qui ombrage le sol. Et avec une infrastructure qui aide à diriger l’eau sans vider le paysage.

Une route ne cause pas automatiquement un feu de forêt. Mais elle participe toujours, d’une manière ou d’une autre, au fonctionnement du territoire qu’elle traverse. Elle peut concentrer l’eau ou la distribuer. Elle peut accélérer sa sortie ou prolonger sa présence. Elle peut compacter le sol ou aider à préserver sa structure. Elle peut contribuer à l’assèchement ou à la résilience.

Pendant longtemps, nous avons lu le risque d’incendie principalement dans le ciel: température, vent et humidité relative. Nous devons maintenant apprendre à le lire aussi dans le sol — dans l’eau qu’il contient, dans la vie qu’il soutient, et dans les décisions d’ingénierie qui déterminent combien de temps cette eau demeure dans le territoire.

« La meilleure eau pour combattre un feu de forêt pourrait d’abord être celle que le bassin versant n’a jamais perdue. »

PROCHAIN ARTICLE

Le mythe du sol « nettoyé ». Un argument courant en prévention des incendies est simple: moins de biomasse signifie moins de combustible, et moins de combustible signifie moins de risque de feu. Cette logique contient une part de vérité. Mais elle devient dangereuse lorsqu’elle nous amène à croire que couper, dégager ou « nettoyer » davantage produit automatiquement un paysage plus sécuritaire. Le prochain article examinera le couvert forestier, l’ombre, le vent, la température, la litière et l’humidité pour comprendre pourquoi ce débat ne devrait pas être présenté comme un choix entre « tout retirer » et « ne rien faire ».

QUESTION OUVERTE

Dans les plans de prévention des incendies de votre organisation, mesurez-vous seulement les variables visibles — météo, vent et quantité de combustible — ou mesurez-vous aussi l’humidité du sol, la vie que le sol soutient, et la capacité du territoire à retenir l’eau?

À PROPOS DE L’AUTEUR

AB

Alain Bélanger · Ingénieur forestier et entrepreneur

Depuis plus de trente-cinq ans, il travaille en foresterie, en gestion des territoires et en développement de technologies environnementales. Il est cofondateur et chef de la direction de Beyond Sustainable Tech, membre de Top Tier Impact, et travaille au lancement de la Global Initiative for Regenerative Watersheds ainsi qu’à la structuration du concept d’infrastructure d’accès régénérative.

RÉFÉRENCES CLÉS

Les liens ci-dessous étaient accessibles au moment de la préparation de ce document, en août 2026. Les titres d’études sont conservés dans leur langue de publication originale.

[1] Soil Moisture is a Stronger Predictor of Forest Fire Spread Potential Than Weather in the U.S. Northern Rocky Mountains

Holden et al., Geophysical Research Letters, 2025.
https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_journals/2025/rmrs_2025_holden_z001.pdf

[2] Operational Fire Spread Potential Forecasting for the Pacific Northwest and Northern Rockies U.S.A.

Même équipe de recherche, 2026. Publication primaire pas encore indexée avec un lien public stable au moment de la rédaction.
Lien à ajouter dès que la publication primaire sera indexée.

[3] Combining Ecophysiology and Combustion Traits to Predict Conifer Live Fuel Moisture Content

Fire Ecology, 2025.
<https://fireecology.springeropen.com/articles/10.1186/s42408-025-00361-8>

[4] Plant Hydraulic Modelling of Leaf and Canopy Fuel Moisture Content Reveals Increasing Vulnerability of a Mediterranean Forest to Wildfires Under Extreme Drought

Ruffault et al.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36366950/>

[5] High Intensity Perturbations Induce an Abrupt Shift in Soil Microbial State

Cordero et al., The ISME Journal, 2023.
<https://www.nature.com/articles/s41396-023-01512-y>

[6] Soil Fungi Remain Active and Invest in Storage Compounds During Drought Independent of Future Climate Conditions

Canarini et al., Nature Communications, 2024.
<https://www.nature.com/articles/s41467-024-54537-y>

[7] Increasing Aridity Reduces Soil Microbial Diversity and Abundance in Global Drylands

Maestre et al., PNAS, 2015.
<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1516684112>

[8] Arbuscular Mycorrhizal Hyphal Networks and Glomalin-Related Soil Protein Jointly Promote Soil Aggregation and Alter Aggregate Hierarchy in Calcaric Regosol

Ji et al., Geoderma, 2024.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706124003252>

[9] Environment Statistics at Regional Level — Eurostat Regional Yearbook 2025

Eurostat.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environment_statistics_at_regional_level

[10] Bilan climatique de juin 2026 — Météo-France

Météo-France.
<https://meteofrance.fr/actualite-0/bilan-climatique-juin-2026-est-le-mois-de-juin-le-plus-chaud-jamais-enregistre>

[11] Hot Summer Economics — Triodos Bank

Triodos Bank, 2026.
<https://www.triodos.com/en/articles/2026/hot-summer-economics>

[12] Hydro-Québec reservoir and energy-storage context (June 2026)

La Presse, 5 juin 2026.
<https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2026-06-05/nord-du-quebec/le-plus-important-reservoir-d-hydro-quebec-a-son-niveau-le-plus-bas.php>