DAILY SCIENCE
DÉCOUVREZ LA SCIENCE, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION "MADE IN BELGIUM"

SÉCHERESSE : DÉTECTER LE STRESS HYDRIQUE AVANT QU'IL NE SE VOIE

Publié le 16 novembre 2026



par Laetitia Theunis

Lors des épisodes de sécheresse, les forêts tempérées captent moins de carbone. Et ce, car leur photosynthèse ralentit fortement, voire s'arrête. Le Laboratoire d'observation de la Terre et de modélisation des écosystèmes (EOSystM) de l'ULiège cherche à mieux comprendre l'impact du stress hydrique sur différentes forêts tempérées. Et à déterminer si, et dans quelle mesure, elles seront capables de résister au changement climatique.

Pour ce faire, il va étudier à différentes échelles spatiales et temporelles, les variations de la fluorescence émise par les végétaux. Afin de mener ces recherches mêlant données satellitaires, drone et écophysiologie végétale, le laboratoire bénéficie d'un financement de 4 ans accordé par BELSPO dans le cadre du programme STEREO.

Deux satellites complémentaires

Un tandem de satellites de l'Agence spatiale européenne vient d'être lancé. FLEX et Sentinel-3C observent désormais les mêmes zones sur la planète à quelques secondes d'intervalle, avec des instruments différents.

« Ils sont complémentaires. Sentinel-3C mesure notamment la température de surface ainsi qu'un degré de verdure de la végétation. Il permet de voir si celle-ci reste bien verte ou si elle jaunit sous l'effet d'un stress. Ses mesures atmosphériques aideront aussi à corriger certaines erreurs liées au trajet du signal de fluorescence à travers l'atmosphère, mesuré par FLEX », explique le professeur François Jonard, directeur du Laboratoire d'observation de la Terre et de modélisation des écosystèmes de l'ULiège.

DAILY SCIENCE
DÉCOUVREZ LA SCIENCE, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION "MADE IN BELGIUM"



Au début d'un stress hydrique, les végétaux demeurent verts alors que leur photosynthèse tourne déjà au ralenti © Laetitia Theunis

Détection précoce

Dans les cellules végétales se trouvent des chloroplastes. Il s'agit d'organites qui renferment la chlorophylle, le pigment vert qui donne cette couleur caractéristique aux végétaux et capte la lumière du soleil. Une partie de cette énergie lumineuse est utilisée pour réaliser la photosynthèse. Une autre partie est réémise sous forme d'un faible signal dans le rouge lointain, un peu au-delà du spectre visible, à une longueur d'onde d'environ 740 nm. C'est cette fluorescence que le satellite FLEX mesure, avec une résolution spatiale de 300 m sur 300 m.

« L'intensité de cette réémission se fait en fonction de l'activité photosynthétique. » Lorsqu'une plante est confrontée à un manque d'eau, elle peut réagir en fermant ses stomates (des petits pores présents sur ses feuilles et permettant les échanges gazeux) afin d'éviter de perdre de l'eau par évapotranspiration. De la sorte, son activité photosynthétique, et donc son assimilation du carbone atmosphérique, ralentit ou cesse. Au début de la sécheresse, cette réaction ne s'accompagne pas d'un jaunissement visible de la végétation. Le satellite Sentinel-3C ne détecte alors aucun changement apparent, alors que la fluorescence, elle, évolue déjà. FLEX permet ainsi de détecter les signes précoces de stress hydrique chez ces végétaux.

« Nous allons utiliser ces données pour mieux comprendre l'état de santé des forêts tempérées. Mais aussi pour améliorer nos modèles de prédiction des flux d'eau et de carbone dans les forêts, les deux étant intimement liés. Ces prédictions sont essentielles, or les modèles sont encore imprécis. Ils seront affinés grâce à l'intégration des données de fluorescence, indiquant de fines variations dans l'activité photosynthétique », précise François Jonard.

DAILY SCIENCE
DÉCOUVREZ LA SCIENCE, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION "MADE IN BELGIUM"



Les sites ICOS sont équipés de hautes tours dont le sommet dépasse la canopée. Des instruments y sont installés afin de mesurer la fluorescence de la végétation en continu, ainsi que l'échange net en dioxyde de carbone et l'évapotranspiration du couvert forestier. Ces sites seront également survolés par un drone sophistiqué équipé d'un spectromètre de haute précision mesurant la fluorescence © François Jonard

Mesure des flux de carbone dans les forêts

Les chercheurs vont travailler sur trois sites du réseau ICOS (Integrated Carbon Observation System), une infrastructure de recherche européenne qui assure le suivi continu des flux de gaz à effet de serre et des variables climatiques. La station implantée dans la forêt de pins sylvestres de Brasschaat, près d'Anvers, est l'un des sites d'observation les plus emblématiques de ce réseau mondial. Des mesures seront également réalisées sur les sites forestiers de Hesse, dans les Vosges, où l'essence dominante est le hêtre, et de Vielsalm, où le hêtre côtoie le douglas.

Les sites ICOS sont équipés de hautes tours dont le sommet dépasse la canopée. Des instruments y sont installés afin de mesurer la fluorescence de la végétation en continu, ainsi que l'échange net en dioxyde de carbone et l'évapotranspiration du couvert forestier.

Ces sites seront également survolés par un drone sophistiqué, financé par BELSPO, équipé d'un spectromètre de haute précision mesurant la fluorescence. « Celui-ci va nous servir à aider l'ESA dans la calibration et la validation du satellite FLEX. En effet, il va mesurer la fluorescence émise sur nos trois sites d'expérience et ces résultats seront comparés avec les mesures effectuées par FLEX. »

DAILY SCIENCE
DÉCOUVREZ LA SCIENCE, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION "MADE IN BELGIUM"



Des forêts composées de différentes essences, notamment des pins silvestres, des douglas et des hêtres, vont être observées par les scientifiques © Laetitia Theunis

Mélanger les échelles spatiales et temporelles

« L'idée est de mélanger différentes échelles temporelles et spatiales. Sur les tours, les mesures sont réalisées en continu, mais toujours au même endroit. Le drone, lui, permet d'effectuer des mesures très précises sur de plus grandes surfaces, mais de manière ponctuelle. Quant au satellite, il observe des superficies beaucoup plus vastes et permet de faire le lien avec l'ensemble des mesures réalisées au sol », explique Pr François Jonard.

A noter que le drone permet également de recueillir d'autres types de données. « Il mesure la température de surface de la végétation grâce à une caméra thermique, comme le fait Sentinel-3. Equipé d'un lidar, il peut aussi mesurer la structure de la végétation. En combinant toutes ces mesures, on espère mieux comprendre le lien entre la fluorescence émise par la végétation et l'état de santé des écosystèmes forestiers », conclut-il.

Ce projet ambitieux est mené en collaboration avec le laboratoire BIODYNE de l'ULiège, l'Université d'Anvers, l'IRM, et l'INRAE.