

Est-il possible d'évaluer l'impact des changements climatiques sur la production de truffes ?

par Olivier CHANDIOUX et Guillaume ARLANDES

La trufficulture est un enjeu économique majeur dans notre région. La production de truffe noire est très sensible à l'évolution des températures et des précipitations. Quelles seront donc les conséquences des changements climatiques sur cette production ? Un modèle a été mis en place afin de cartographier les évolutions possibles en fonction des différents scénarios.

Le colloque « Forêts méditerranéennes et alpines face aux changements climatiques » était une occasion d'explorer la possibilité d'utiliser des modèles cartographiques de production de truffes pour évaluer l'impact probable des changements climatiques prévus sur cette production prestigieuse.

Trufficulture, territoire et développement

En 2015, la Chambre régionale d'agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) a coordonné un accord de coopération inter-territoires visant à redynamiser la production de truffes noires (*Tuber melanosporum*) dans les territoires majeurs de la trufficulture. 70% de la production nationale de truffes noires provient de PACA, ce qui représente un levier économique majeur pour les territoires, tant sur le plan agricole, touristique que culinaire. Au-delà d'études et actions visant à valoriser la truffe comme un produit d'appel pour améliorer l'attractivité des territoires, le Parc naturel régional du Verdon et le projet de Parc naturel du Ventoux (Syndicat mixte d'aménagement et d'équipement du Mont Ventoux) ont fait réaliser une cartographie du potentiel de production de truffe sur leur territoire respectif.

Les bureaux d'étude Alcina et Pyrénées-Cartographie ont été désignés pour réaliser ce travail. La cartographie produite sur ces deux territoires est à une échelle autour du 1/25 000^e ce qui permet de distinguer des niveaux de contraintes sur la production de truffes. Les résultats de ces travaux sont confidentiels et à disposition des organismes de conseil en matière trufficole et des Syndicats de trufficulteurs. Ainsi elle permet de conseiller les trufficulteurs sur la plantation de chênes truffiers ou sur les pratiques culturales à mener. Une carte moins précise, mais intégrant les enjeux d'irrigation, de risque d'incendie, de préservation de la biodiversité ou du paysage, a été diffusée plus largement et permet de piloter la politique de développement de la trufficulture.

Impact connu des changements climatiques sur la trufficulture

Dans les territoires concernés, les changements climatiques (+0,3°C par décennie depuis 1959) ont déjà eu un impact sur les productions de truffes. Dans le Var, par exemple, entre Brignoles et Aups, la production de truffes a sensiblement glissé de la truffe noire (*Tuber melanosporum*) vers la truffe blanche d'été (*Tuber aestivum*) plus tolérante vis-à-vis des hautes températures.

En effet, selon les connaissances sur l'écologie de la truffe noire, les précipitations et la température sont les deux facteurs impactant directement sa production. Et ce, suffisamment pour que les variations interannuelles de production soient généralement expliquées par les variations de ces deux facteurs climatiques.

Cependant, en 2014, LE TACON *et al.* tentaient à montrer que les variations climatiques interannuelles (surtout les cumuls de précipitations de mai à août et le nombre de jours froids) expliquaient bien les fluctuations de production, l'évolution globale du climat n'était pas corrélée à la baisse tendancielle de production de truffes dans les 50 dernières années.

Pourtant, en 2007, COLINAS *et al.* a pu, en parallèle de la cartographie du potentiel de production de truffe en Catalogne, proposer une cartographie de ce potentiel de production à 20 ans sous l'influence des changements climatiques prévisibles.

Pour la carte du potentiel de production de truffes dressée pour les territoires du Ventoux et du Verdon, les paramètres climatiques font partie intégrante du modèle utilisé. La modification de ces paramètres dans le modèle de production est susceptible de permettre de répondre à la question de la modification de la production sous l'influence de ces facteurs.

Modèle de production de truffes

Le modèle de production de truffes développé pour dresser la cartographie du potentiel de production de *Tuber melanosporum* est basé sur une bibliographie relative aux exigences écologiques de ce champignon, les cartographies de sol (cartes pédologiques et cartes géologiques) existantes, des relevés de terrain réalisés chez des trufficulteurs volontaires du territoire et des échanges avec un comité d'experts constitué de trufficulteurs du territoire.

Grâce à l'investissement des professionnels de la trufficulture, une variable « production de truffes » a pu être construite sur la base de leurs connaissances. Cette variable correspondant à un niveau de production (noté de 1 à 10 à partir des exigences écologiques connues de la truffe et modulé par les trufficulteurs selon leurs connaissances) nous a permis de mettre au point le modèle de production de truffes.

Ainsi, ce modèle est un système expert basé sur une clé de décision intégrant une note de potentialité truffière du sol pour les principaux types de sol ou de formations géologiques, modulée par des facteurs topographiques et géographiques. Cette note traduisant le potentiel truffier au travers des facteurs pédo-topographique est ensuite modulée par les contraintes climatiques (température et pluviométrie).

Par exemple, sur le territoire du Verdon, un sol d'origine alluvionnaire, dont la pente est comprise entre 2 et 8 %, aura une note de 0 (sur une échelle de -4 à +6). Cette note sera modulée par des indices liés aux précipitations, à la sensibilité au gel, à l'irradiation solaire et à sa position dans le versant et dans le paysage.

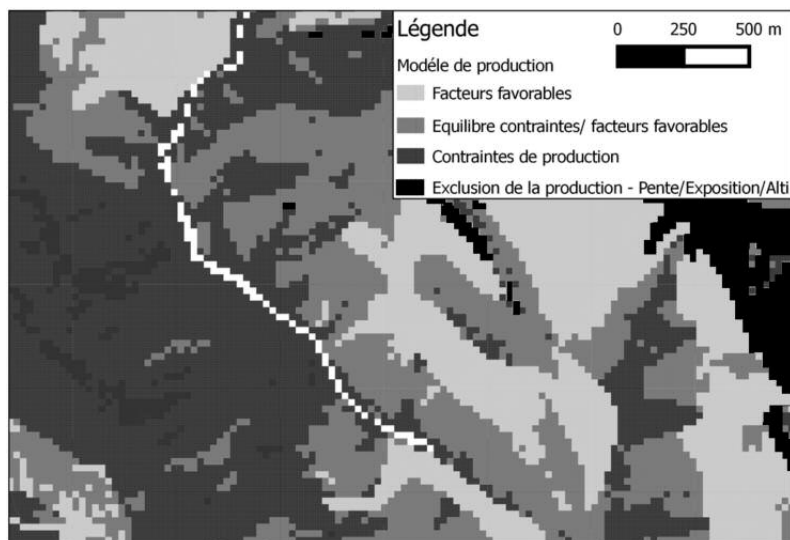


Fig. 1 :
Extrait de la carte de production potentielle de truffes sur un secteur du PNR du Verdon (sans fond topographique pour garantir la confidentialité de l'information).

Dans ce modèle, le climat est intégré comme facteur de variation géographique de la production, au travers d'indices construits à partir des relevés climatiques des réseaux CIRAME et Météo France. Ces indices ont été construits à partir des contraintes climatiques connues pour la production de truffes. Ces indices correspondent à la probabilité qu'une année présente des valeurs seuils propices à la production de *Tuber melanosporum* :

- pour traduire la contrainte liée à la sécheresse, nous avons retenu les seuils minimum de 485 mm de précipitation annuelle ou de 72 mm de précipitation estivale,
- pour traduire la contrainte liée à l'excès d'humidité néfaste à la truffe noire, nous avons retenu les seuils maximum de 850 mm de précipitations annuelles ou de 185 mm de précipitations estivales,
- pour traduire la contrainte liée au gel, nous avons retenu la probabilité qu'un mois cumule plus de 4 jours à -10°C ,
- pour traduire la contrainte liée à l'excès de chaleur et d'évapotranspiration, nous avons retenu le seuil maximum de $14,8^{\circ}\text{C}$ pour la température moyenne annuelle.

Sur le territoire du Verdon, un indice supplémentaire traduisant la forte probabilité d'orages estivaux (favorables à la production de truffe) sur les contreforts de Canjuers et du Montdenier a été intégré au modèle.

Les résultats de cette cartographie sont exprimés en cinq niveaux distinguant les terrains des plus favorables aux moins favorables à la production (Cf. Fig. 1.) :

- 1 : la majorité des facteurs de production sont favorables,
- 2 : on observe un équilibre entre les facteurs favorables et les facteurs défavorables, sur lesquels les pratiques culturales vont devoir compenser les facteurs défavorables,
- 3 : les contraintes de productions sont dominantes,
- 4 : la production est pédologiquement possible mais exclue par les critères de pente ou d'altitude,
- 5 : la production est exclue sur des critères pédologiques.

Intégration des modèles de changement climatique

Les quatre facteurs climatiques présentés ci-dessus, à l'exclusion du risque orageux, peuvent être modifiés sur la base des modèles produits dans le cadre des scénarios de changement climatique du GIEC¹. Nous avons choisi d'étudier, dans le cadre de ce travail exploratoire, un seul de ces scénarios. Nous avons retenu le scénario RCP 2.6 du modèle Aladin-Climat, produit par le Centre national de recherches météorologiques. Ce scénario est très prudent puisqu'il intègre les effets attendus des politiques de réduction des émissions de CO_2 limitant le réchauffement à 2°C . Ce scénario a été retenu pour vérifier que le modèle prédictif de production de truffes que nous avons développé peut permettre d'évaluer l'impact des changements climatiques. Si un effet est visible avec ce scénario prudent, il ne pourra être que plus fort avec des scénarios plus réalistes. (Cf. Fig. 2).

Les données de ce modèle sont disponibles sur www.data.gouv.fr sous forme d'indice mensuel d'anomalie (en température, quantité de précipitations ou nombre de jours au dessus ou en dessous d'un seuil de température) sur une grille à un pas d'environ 8 km et pour trois horizons temporels : proche (2021-2050), moyen (2041-2070) et lointain (2071-2100).

Ces indices traduisant les modifications probables de la température et des précipitations, permettent de modifier les indices climatiques de production potentielle de truffe au sein du modèle développé pour le PNR du Verdon. Les résultats obtenus sont des cartographies représentant le potentiel de production aux trois horizons temporels (Cf. Fig. 3).

1 - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

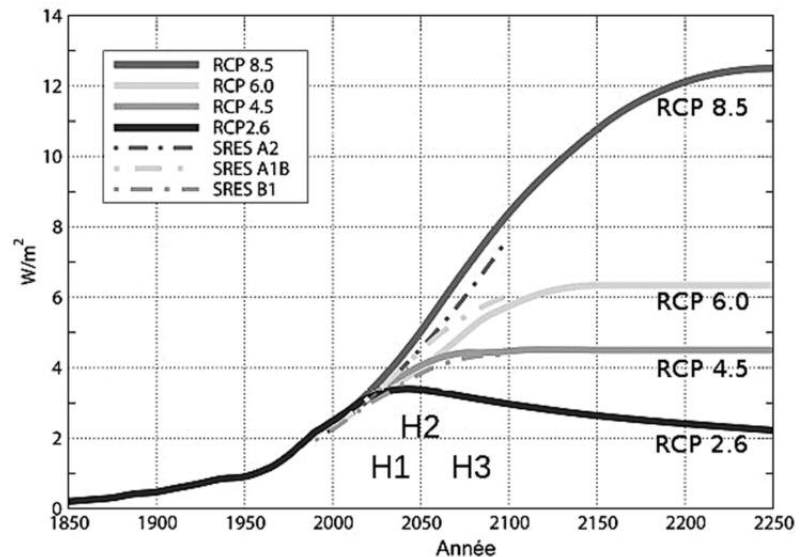
Impact des changements climatiques prévus sur la production de truffes

Une analyse simple des cartes de potentiel de production de truffe noire permet de constater une augmentation des contraintes de production de ce champignon sur le territoire du Verdon. Les terrains les plus favorables semblent rester largement favorables (sauf dans la partie sud du territoire, dans laquelle le climat est déjà plus contraignant). En revanche, de nombreux terrains sur lesquels les contraintes sont équilibrées avec les facteurs favorables basculent vers une dominante de facteurs défavorables à la production.

Dans le scénario étudié, l'impact le plus fort est enregistré autour de 2050. Cela est lié aux hypothèses du scénario RCP 2.6 qui considère que la réduction des émissions permettant de limiter l'augmentation des températures à 2°C induit une réduction de la température globale à partir de 2060.

Conclusions

L'approche développée pour le colloque « Forêts méditerranéennes et alpines face aux changements climatiques » est une approche simpliste qui ne permet pas de



tirer de conclusions définitives mais qui permet cependant de montrer que les cartographies du potentiel de production permettent d'anticiper les impacts des changements climatiques.

Pour qu'elles remplissent cette fonction, il faudrait pouvoir intégrer une évolution potentielle de la limite altitudinale de production de truffes (sur le territoire du Verdon, nous avons retenu la limite de 1000 mètres en versant nord et 1200 mètres en versant sud, elle pourrait se déplacer vers des altitudes plus élevées sous l'effet de l'augmentation des températures).

Fig. 2 : Graphique traduisant l'évolution des émissions prises en compte pour l'établissement des scénarios de changements climatiques. Les mentions H1, H2 et H3 correspondent aux horizons temporels étudiés.

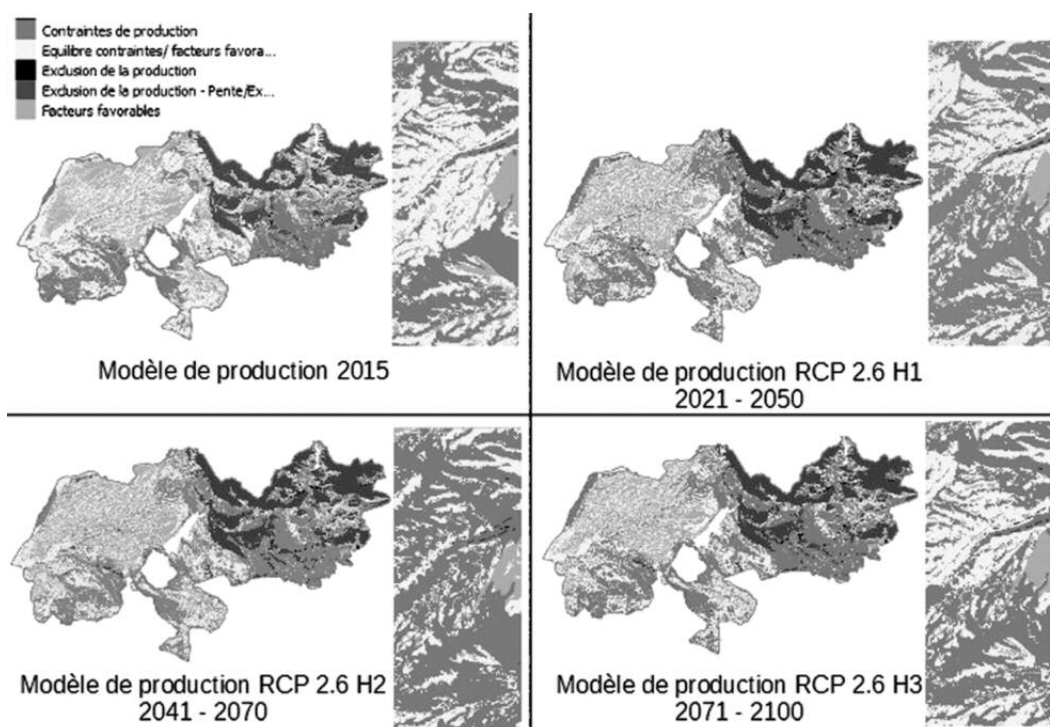


Fig. 3 : Cartes du potentiel de production de truffes sur le territoire du PNR du Verdon et sur un secteur de 22 km², actuelle et aux 3 horizons temporels du scénario RCP 2.6.

Olivier CHANDIOUX
Alcina Forêts
4 rue du Canal
05000 GAP
Mél :
olivier.chandioux@
alcina.fr

Guillaume ARLANDES
Pyrénées Cartographie
Rue de la Fontaine de
Crastes
65200 ASTE
Mél :
guillaume.arlandes@
pyrcarto.fr

L'intégration des autres scénarios de changement climatique serait également nécessaire pour répondre sérieusement à la question de l'avenir de la production truffière sur les territoires, afin de définir des secteurs sur lesquels cette production aura le plus de chances de persister.

Il serait également utile de mener le même type de démarche pour la truffe blanche d'été (*Tuber aestivum*), susceptible de supplanter la truffe noire dans certains secteurs, souvent présente dans les milieux naturels et les truffières mais peu récoltée malgré une production en période de pic touristique au cours de laquelle elle pourrait être facilement valorisée.

Pour pousser plus loin la question et sécuriser les réponses apportées, il serait également utile d'utiliser des données climatiques plus adaptées (évapotranspiration potentielle, probabilité d'événements climatiques spécifiques), d'intégrer les compensations du climat par le sol et les effets du climat sur celui-ci, mais aussi des impacts des accidents climatiques sur les arbres auxquels la truffe est liée.

Cependant, ces travaux exploratoires, mené par Alcina et Pyrénées-Cartographie, permettent d'alerter la profession trufficole sur les impacts à venir des changements climatiques sur la production de truffes. Par anticipation, des mesures peuvent d'ores et déjà être prises.

– prêtant attention, de manière plus systématique, aux conditions de productions de truffe au moment de la décision de plantation de chênes truffiers, grâce à des diagnostics de plantation,

– limitant les prises de risques dans les secteurs déjà secs et chauds,

– installant l'irrigation dans les secteurs les plus secs,

– prenant mieux en compte l'autécologie des différentes espèces de truffes (truffe noire et truffe d'été) afin de choisir la plus adaptée aux conditions du milieu.

O.C., G.A.

Bibliographie

Chandioux O., Moundy P.J., Diette S. - 2009 – Cartographie du potentiel de production de truffes en milieu naturel. Mise au point adaptée au contexte de la forêt privée du Mont Ventoux – *Revue Forestière Française* LXI - 6.

Colinas *et al.* - 2007 – Mapa de aptitud para el cultivo de la trufa negra en Catalunya.

Le Tacon *et al.* - 2014 – Climatic variations explain annual fluctuations in French Périgord black truffle wholesale markets but do not explain the decrease in black truffle production over the last 48 years – *Mycorrhiza*.

Mondon S. et Imbard M. - 2013 – Découvrir les nouveaux scénarios RCP et SSP utilisés par le GIEC – Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

Ricard J.M. - 2003 – *La Truffe, Guide pratique de trufficulture* - CTIFL.

Résumé

Dans le cadre du colloque «Forêts méditerranéennes et alpines face au changement climatique», les bureaux d'étude Alcina et Pyrénées-Cartographie, ont mené un travail exploratoire sur une cartographie du potentiel de production de truffes produit pour le Parc naturel régional du Verdon. Cette cartographie est basée sur un modèle décrivant les facteurs de production de truffes, parmi lesquels des facteurs climatiques. L'application des changements climatiques attendus aux facteurs climatiques de ce modèle est susceptible de montrer l'impact possible des évolutions du climat sur la production de truffe noire et notamment d'en obtenir une représentation cartographique.

Summary

Is it possible to assess the impact of climate change on the production of truffles?

Within the framework of the seminar « Mediterranean and alpine forests confronted by climate change », two consultancies commissioned by the Verdon Regional Nature Park (S.-E. France), *Alcina* and *Pyrénées Cartographie*, carried out exploratory work for mapping potential truffle production. The cartography is based on a model detailing the factors in truffle production, including climatic features. Applying the predicted climate changes to the model's climatic profiles is very likely to highlight the possible impact of any evolution in climate on truffle production and, in particular, result in a mapped representation of such impact.