



Thibault Morra, chargé de mission, recueille des abeilles et des papillons sur une parcelle intégrée au Centre d'études biologiques de Chizé, dans les Deux-Sèvres.  
THÉOPHILE TROSSAT POUR « LE MONDE »

## L'agronomie grandeur nature

Le Centre d'études biologiques de Chizé mène des travaux en plein champ à l'échelle du paysage sur les interactions entre environnement et production agricole. Parmi ses conclusions : on peut augmenter le rendement des céréales avec moitié moins de pesticides et d'azote

STÉPHANE FOU CART (CHIZÉ, DEUX-SÈVRES)

Il s'étaient près de quatre-vingts à avoir fait le déplacement. Quatre-vingts agriculteurs (céréaliers, éleveurs, apiculteurs) rassemblés, samedi 18 juin, au Centre d'études biologiques de Chizé (CEBC, CNRS-université de La Rochelle), dans les Deux-Sèvres, venus assister à la restitution annuelle des résultats du laboratoire. Silence attentif dans la salle de conférences de l'unité de recherche, installée au cœur de la forêt de Chizé. Ecoute attentive mais aussi étonnée, car Vincent Bretagnolle (CNRS) pré-

sente cette année un résultat stupéfiant. Le rendement économique des céréalières peut être substantiellement augmenté – jusqu'à 200 euros par hectare de blé! – en divisant par deux la quantité d'herbicides et d'engrais azotés épandus. La première question qui vient à l'esprit est : en les remplaçant par quoi? « En les remplaçant par rien du tout », répond le chercheur.

Si les agriculteurs se déplacent chaque année aussi nombreux pour assister à la grand-messe du Centre d'études biologiques de Chizé, c'est aussi qu'ils sont, en quelque sorte, coauteurs des résultats présentés. Sans eux, rien ou presque ne

serait possible. « La zone atelier Plaine et Val de Sèvre sur laquelle nous travaillons fait 450 kilomètres carrés, et recouvre plus de 400 exploitations agricoles, plus de 15 000 parcelles, explique Vincent Bretagnolle, le directeur de la zone atelier. Nous pouvons ainsi faire de l'expérimentation à l'échelle d'un territoire, "manipuler" les paysages pour explorer les relations entre la biodiversité et les activités agricoles, mais nous ne pouvons le faire qu'avec le concours des agriculteurs. »

Les mauvaises herbes aussi aiment l'azote Cette participation à la recherche est enthousiaste et désintéressée. A chaque fois que les exploitants sont sollicités et qu'un surcroît de travail leur est demandé pour apporter leur concours à une expérience, un dédommagement financier leur est proposé. Mais dans l'écrasante majorité des cas, ils le déclinent.

La zone atelier est un vaste damier sur lequel les chercheurs déplacent ainsi des pions : installer une prairie ici, retarder la fauche de la luzerne là, épandre plus d'azote ici et moins d'herbicides

ailleurs... Et voir comment environnement et production agricole coréagissent.

L'expérience phare présentée cette année, testant l'efficacité des herbicides et engrais azotés, est partie d'une idée simple. « Dans un champ de blé, l'agriculteur a deux outils de pilotage principaux : les herbicides et l'azote. Il met de l'azote pour avoir plus de blé et des herbicides pour avoir moins d'adventices [mauvaises herbes], raconte le chercheur. Mais lorsqu'il met de l'azote, les adventices l'utilisent aussi. Notre idée a donc été de chercher à étudier la compétition qu'il pouvait y avoir entre le blé et les adventices. » Dans une première étude menée en 2007, 150 parcelles de 30 exploitations de la zone atelier ont été enrôlées. L'échantillon balaie tout le spectre des pratiques, depuis les plus gros utilisateurs d'herbicides et d'azote jusqu'à des agriculteurs bio n'utilisant ni l'un ni l'autre. Une première analyse corrélatrice, à paraître dans une revue internationale, suggère qu'une réduction des herbicides ne semble pas avoir d'impact important sur les rendements.

→ LIRE LA SUITE PAGES 4-5

### Handicap Israël : des autistes à l'école et à l'armée

Dans ce pays, plusieurs initiatives favorisent la socialisation des autistes à l'école, à l'université, dans des laboratoires de recherche ou lors du service militaire. Reportage.

LIRE PAGE 2



### Anatomie Des écorchés sortent de leurs réserves

La bibliothèque interuniversitaire de santé de Paris a retrouvé 253 planches d'anatomie exceptionnelles du XVII<sup>e</sup> siècle disparues depuis deux cents ans.

LIRE PAGE 3



### Portrait Ce cardiologue qui rêve de vaincre la mort subite

Michel Haïssaguerre, à la pointe de sa spécialité, a inventé un traitement innovant des troubles du rythme cardiaque.

LIRE PAGE 8

# Quand l'écologie offre la clé des champs

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Pour achever la démonstration, les chercheurs sont allés plus loin : ils ont demandé aux agriculteurs de diviser leurs parcelles en huit sous-parcelles et de faire varier les paramètres : présence ou absence de culture, quantités variables d'azote et d'herbicides utilisés, etc. Les résultats de ces travaux, en cours de finalisation, suggèrent qu'une réduction couplée d'azote et d'herbicides ne conduit à aucune baisse de rendement. Et l'intégration de ces données dans des modèles économiques montre des gains économiques importants. « Ce que l'on montre, grosso modo, c'est que les herbicides font baisser la diversité d'adventices en détruisant bien plus les espèces rares que les espèces les plus communes qui portent, elles, préjudice aux cultures », explique Vincent Bretagnolle.

## Pour la première fois en plein champ

Reste une question : pourquoi, si ces résultats sont valides, les agriculteurs persistent-ils à utiliser autant d'intrants ? « En station, dans des conditions ultracontrôlées, les instituts techniques trouvent des résultats à l'opposé, constate en effet le chercheur. Mais ces conditions ne sont jamais remplies en plein champ, en conditions réelles. C'est tout l'intérêt de travailler comme nous le faisons, à l'échelle du paysage, en tenant compte de toutes les diversités de comportements des agriculteurs, des différents environnements, etc. » Aussi incroyable que cela paraisse, de tels essais, grandeur nature, n'avaient auparavant jamais été menés en plein champ », précise Vincent Bretagnolle.

En milieu contrôlé, les problèmes sont considérés et traités un par un, indépendamment les uns des autres. « Or les systèmes écologiques sont des systèmes complexes. Si on prend l'exemple très simple d'une proie et de son prédateur étudiés en système clos, le résultat de toute expérience ou de toute modélisation est très simple : l'un puis l'autre disparaissent, illustre le chercheur. Mais dès lors que ce système confiné est connecté à un autre système, la proie et le prédateur persistent. Et plus on connecte les milieux, plus l'espace est continu, plus les résultats divergent de ce que l'on trouve dans un environnement clos et simplifié à l'excès. » Dans la vie réelle, la complexité de l'écosystème s'impose.

## Plus de pollinisateurs, plus d'oléagineux

La destruction – pour une grande part inutile – des adventices a-t-elle un effet direct sur d'autres compartiments de l'écosystème ? A l'évidence. « Entre la floraison du colza et celle du tournesol, les abeilles et les pollinisateurs en général sont confrontés à une forme de disette, explique Clovis Touillet, chercheur associé au dispositif Ecobee, mis en place par l'INRA et hébergé par la zone atelier. Au cours de cette période, ce sont précisément les adventices qui permettent de nourrir les abeilles. » Les cinquante ruches du dispositif sont placées aléatoirement dans la zone atelier et servent d'observatoire de la qualité de l'environnement : les principaux paramètres de chaque colonie sont régulièrement mesurés – mortalité et démographie, taille du couvain, production de miel, présence de pathogènes naturels, type de pollen rapporté. Ainsi, il a été possible de montrer que c'est une adventice (par ailleurs érigée), le coquelicot, qui fournit à certaines périodes de l'année jusqu'à 60 % de leur pitance aux ruches.

## Un observatoire de la biodiversité et de l'agriculture

La zone atelier Plaine et Val de Sèvre appartient au réseau national des zones ateliers piloté par le CNRS. C'est une plaine céréalière au sud de Niort qui, pour moitié de sa superficie, bénéficie aussi du statut de zone Natura 2000, désignée pour la biodiversité remarquable des espèces d'oiseaux. Elle est étudiée depuis 1994. Elle associe quinze unités de recherche (INRA, universités), mais aussi des instituts techniques comme l'Institut technique de l'apiculture et de la pollinisation, et des agriculteurs. L'objectif de cet observatoire à long terme des pratiques agricoles et de la biodiversité est de produire et de diffuser des connaissances en agroécologie.

Eradiquer trop d'adventices, c'est donc affaiblir les colonies d'abeilles et les pollinisateurs sauvages. C'est, en conséquence, prendre le risque de faire chuter les rendements des cultures de tournesol et de colza avoisinantes. C'est un des autres grands résultats obtenus à Chizé. Mais l'expérimentation est délicate : il est impossible de manipuler finement la quantité d'abeilles ou de pollinisateurs – on en dénombre près de 250 espèces sur la zone atelier – qui fréquentent un champ d'oléagineux. Les chercheurs ont donc procédé autrement. Sans se laisser intimider par l'ampleur de ce travail de terrain, ils ont arpenté des champs de colza et de tournesol, et ont « ensaché », à la main, les fleurs de certaines parcelles avec des tulles aux mailles de tailles diverses. Certaines laissent passer les plus petits pollinisateurs, mais arrêtent les plus gros comme les abeilles ou les bourdons. D'autres interdisent l'accès des fleurs à tous les insectes, ne laissant que le vent faire le travail de pollinisation.

Résultat : confirmant des travaux précédents, publiés par d'autres équipes, les chercheurs du CEBC montrent que l'augmentation de l'abondance de pollinisateurs peut augmenter les rendements du tournesol de 20 % environ. « Sur le colza, ajoute M. Bretagnolle, augmenter d'un facteur dix l'abondance de pollinisateurs peut faire grimper le rendement de 34 %, ce qui est considérable. » Réputés se contenter du vent pour leur pollinisation, les oléagineux bénéficient donc grandement des services rendus par les abeilles, bourdons et autres papillons. Contrairement à une idée très ancrée, maraîchage et arboriculture ne sont pas les seuls à tirer parti de la pollinisation : certaines grandes cultures lui sont redevables également.

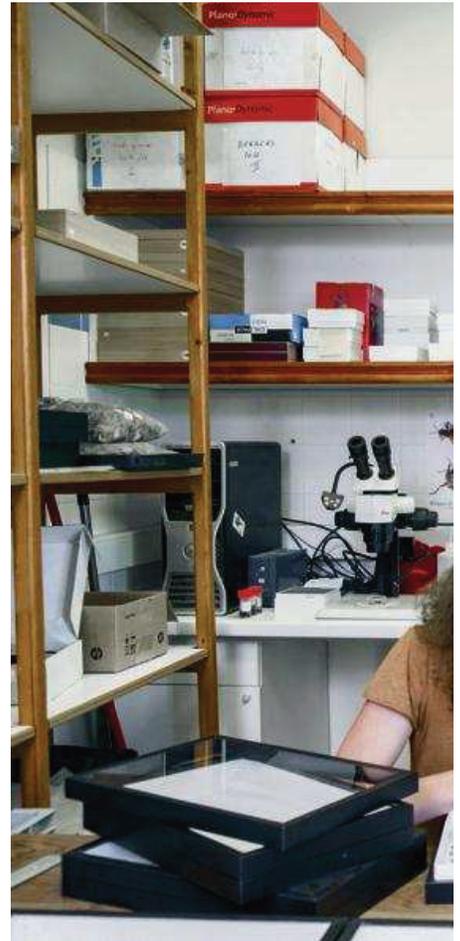
## Le bio bénéficie-t-il au conventionnel ?

D'où les bénéfices rendus par les zones ou les systèmes agricoles qui permettent aux pollinisateurs de s'alimenter et de survivre. Et en particulier les prairies où la diversité florale est importante, ou encore les parcelles conduites en agriculture biologique. Mais là encore, la recherche à l'échelle du paysage complice tout. Les travaux menés sur la zone atelier ont ainsi montré que la diversité florale d'une parcelle dépend autant du mode d'agriculture pratiqué dans la parcelle elle-même que des modes d'agriculture adjacents. « Typiquement, on trouve en moyenne une diversité d'espèces florales deux fois supérieure sur les parcelles conduites en agriculture biologique, par rapport à ce que l'on trouve dans celles conduites en conventionnel, dit ainsi Sabrina Gaba, chercheuse au Laboratoire agroécologie de l'INRA, à Dijon, et qui travaille sur la zone atelier. Mais nous avons montré que les effets du paysage comptent énormément : la diversité est augmentée dans les paysages riches en parcelles bio et cette plus grande richesse est essentiellement le fait de la présence d'espèces rares, donc sans impact attendu sur la production agricole. »

Forts de ce constat, les chercheurs vont tester une hypothèse : l'existence d'externalités positives de l'agriculture biologique – c'est-à-dire de bénéfices collatéraux dont profiteraient les parcelles conventionnelles adjacentes. L'hypothèse est plutôt à contre-courant des idées dominantes, qui considèrent que les champs bio, moins traités, sont des réservoirs à ravageurs et à pathogènes et qu'ils portent plutôt préjudice à leur entourage. « Nous allons tester cela sur la zone atelier, en cherchant à savoir si l'agriculture biologique a, au contraire, un effet bénéfique sur les autres parcelles en servant de refuge à des

Le bric-à-brac du laboratoire, ce sont des sachets de thé enterrés, puis déterrés et pesés pour mesurer la capacité des sols à dégrader la matière organique, des bocaux d'échantillons de retour du terrain, des pièges à insectes bricolés à partir de fond de bouteilles plastiques.

THÉOPHILE TROSSAT  
 POUR LE MONDE



pollinisateurs ou à des organismes auxiliaires, par exemple susceptibles de faire du biocontrôle [c'est-à-dire de la prédation des ravageurs], explique Sabrina Gaba. Soixante carrés de 1 kilomètre de côté ont été sélectionnés dans la zone atelier. Dans chaque carré, une proportion variable de surfaces conduites en agriculture biologique, de 0 % à 80 %, et trois parcelles-cibles à étudier : l'une en blé bio, une autre en blé conventionnel et une dernière en colza ou tournesol conventionnel.

Les résultats escomptés permettront de déterminer si l'agriculture bio a un effet bénéfique sur les parcelles adjacentes et, peut-être, d'estimer le bénéfice économique qu'en ont tiré – sans le savoir – les agriculteurs conventionnels.

## Rémance de certains pesticides

Pour cela, il faut aussi écarter tous les facteurs possibles de confusion. Et connaître finement toutes les pratiques des agriculteurs de la zone. Être capable de savoir quels types d'intrants ont été utilisés, quand et en quelles quantités. C'est un gigantesque travail de porte-à-porte et d'indexation. Tout l'historique des 15 000 parcelles de la zone atelier est dûment enregistré depuis la création de la zone atelier, voilà vingt-deux ans. L'effort pourrait sembler disproportionné en regard du bénéfice scientifique attendu : à quel bon savoir ce qui s'est passé quelques années plus tôt sur une parcelle ?

L'information ne permet pas seulement de suivre sur le long terme l'impact environnemental ou agronomique de la rotation des cultures. Il devient utile pour évaluer la rémanence de certains pesticides. En 2013 et 2014, les chercheurs du CEBC ont mené une expérience

« PLUS ON CONNECTE LES MILIEUX, PLUS LES RÉSULTATS DIVERGENT DE CE QUE L'ON TROUVE DANS UN ENVIRONNEMENT CLOS ET SIMPLIFIÉ À L'EXCÈS »

VINCENT BRETAGNOLLE



## UN COMMUNIQUÉ TUEUR D'ABEILLES

C'est un trucage en bonne et due forme. Un communiqué trompeur, diffusé avec la caution d'un institut de recherche public et susceptible d'avoir pesé sur les débats parlementaires, achevés le 22 juin, sur le retrait des insecticides « tueurs d'abeilles ». L'affaire illustre les batailles qui se jouent parfois en coulisses, entre les institutions scientifiques et leurs partenaires privés : en l'occurrence, c'est Terres Inovia, l'institut technique représentant la filière des protéo-oléagineux (colza, tournesol), qui a fait pression sur l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) pour faire passer le « bon » message dans un communiqué de presse annonçant les résultats d'une étude commune.

### Conclusions inexactes

En novembre 2015, un consortium de chercheurs (INRA, CNRS, Terres Inovia, etc.) travaillant sur la zone atelier Plaine et Val de Sèvre publiait une étude dans la revue *Proceedings of the Royal Society B*. Celle-ci confirmait, en plein champ, les effets délétères du thiaméthoxame (un insecticide néonicotinoïde) sur l'abeille domestique. Pourtant, loin d'appuyer les demandes de retrait des produits de cette famille – les « néonics » –, ces travaux ont au contraire été mis en avant par des parlementaires pour relativiser l'impact de ces molécules sur les abeilles.

Comment ? Le communiqué de presse précisait bien que « la proximité des parcelles traitées diminue l'espérance de vie des butineuses », mais il ajoutait que « les chercheurs n'ont pas observé d'altération des performances des ruches exposées ». Et, surtout, que « les quantités de miel produites n'ont pas été impactées ». Ces considérations rassurantes suggèrent que l'étude en question permettait de conclure sur ces points, ce qui est inexact.

C'est pourtant ce message, repris par plusieurs médias, qui s'est imposé. Le 12 janvier, à l'Assemblée nationale, le député du Jura Jean-Marie Sermier (LR) a ainsi déclaré que les publications scientifiques « présentent certaines incohérences, puisque la dernière étude de l'INRA rappelle que les chercheurs n'ont pas observé d'altération des performances des ruches exposées et que les quantités de miel produites n'ont pas été impactées » – reprenant, mot pour mot, les termes du communiqué. La déclaration du député du Jura s'inscrivait dans une série de questions adressées à l'écologue Vincent Bretagnolle (CNRS), directeur de la zone atelier Plaine et Val de Sèvre et co-auteur de l'étude en question, lors de son audition par la commission du développement durable de l'Assemblée.

Le chercheur détaillait aux parlementaires les résultats de ces fameux travaux, insistant sur le principal résultat, à savoir la mise en évidence de effets délétères de l'insecticide. Mais sa présentation a semblé à l'auditoire en tel décalage avec le communiqué de presse que plusieurs membres de la commission, dans la foulée de M. Sermier, ont interrogé le scientifique, pensant qu'il leur présen-

tait une étude différente de celle détaillée par le communiqué.

« Je voudrais lever un doute qui, je crois, s'est instillé : l'étude de l'INRA à laquelle un certain nombre d'entre vous ont fait référence, c'est la même », a rectifié M. Bretagnolle après la salve de questions des élus (...). C'est bel et bien de la même étude qu'on parle ici. » Le chercheur a ensuite expliqué que ces travaux ne permettaient pas de conclure à l'absence (ou à la réalité) d'effets de l'insecticide sur la production de miel des ruches expérimentales, faute de « puissance statistique ».

Les chercheurs ont mené leur expérimentation en disposant dix-huit ruches à des distances variables de champs de colza traités au thiaméthoxame. Dans ces colonies, près de 7 000 abeilles ont été marquées par une puce RFID, afin de mesurer les taux de retour à la ruche des individus. Résultat : plus les ruches sont proches des colzas traités, plus les taux de retour des butineuses baissent. Le taux de non-retour grimpe à 22 % dans les colonies les plus exposées, mais celles-ci réagissent par un mécanisme adaptatif et privilégient le renouvellement des ouvrières à la production de mâles...

### Tensions entre instituts

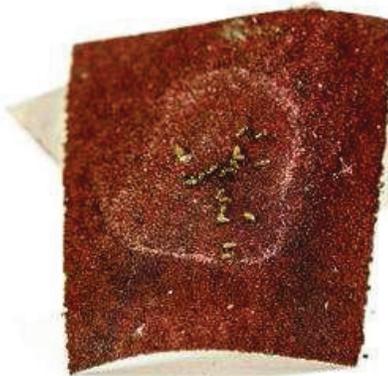
Cependant, avec seulement dix-huit ruches enrôlées dans l'expérience, il est impossible de conclure à l'absence d'effets sur la production de miel, a expliqué en substance M. Bretagnolle aux parlementaires. Et ce même si aucun effet statistique n'a pu être mis en évidence. On le comprend aisément : à partir de l'espérance de vie d'un petit échantillon d'une dizaine de personnes – fumeurs et non fumeurs –, les effets du tabagisme pourraient ne pas être détectés en raison de la variabilité interindividuelle (des fumeurs pouvant parfois vivre plus longtemps que des non-fumeurs), sans que cela implique l'absence réelle d'effets sanitaires du tabac...

À l'INRA, l'affaire suscite un grand embarras. « L'objectif premier de ce communiqué était de rappeler les effets de cette substance sur les abeilles, et c'est ce qui a été fait, dit-on à l'INRA. Pour la référence à la production de miel, il y a eu litige avec notre partenaire Terres Inovia, et nous de nous sommes en désaccord avec lui sur ce point. » Selon nos informations, la rédaction du communiqué a fait l'objet de tensions intenses entre les deux partenaires. Du côté de l'Institut technique des protéo-oléagineux, on reconnaît que les considérations sur la production de miel sont « statistiquement fragiles », mais on maintient que le communiqué était licite, puisque « les chercheurs n'ont pas détecté d'effets sur la production de miel ».

L'argument a dû faire mouche auprès de bon nombre de parlementaires. L'interdiction des néonicotinoïdes, initialement proposée pour 2017 par les députés Delphine Batho (PS, Deux-Sèvres) et Gérard Bapt (PS, Haute-Garonne), a finalement été repoussée à fin 2018, avec dérogations possibles jusqu'en 2020. ■ S. FO.

Mimant les couleurs vives des fleurs et remplis d'eau salée et de savon, des pièges à pollinisateurs permettent d'évaluer l'abondance de certains insectes. Des étiquettes adhésives sur lesquelles sont placées des graines ou des pucerons, sont également dispersées dans les champs : en relevant ce qui disparaît d'un jour sur l'autre, on mesure les taux de prédation dans les parcelles et donc l'abondance de certaines catégories d'organismes.

THÉOPHILE TROSSAT POUR « LE MONDE »



tion sur du colza traité au thiaméthoxame (un néonicotinoïde). L'un des préalables à l'étude était de contrôler les quantités de substances retrouvées dans le pollen et le nectar de plantes traitées. « Or nous avons eu la surprise de découvrir également de l'imidaclopride, un autre néonicotinoïde auparavant utilisé sur le blé, dit Fabrice Allier, ingénieur à l'Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation et associé au centre de Chizé. Parfois, on voit que du blé Gaucho [nom commercial du blé dont les semences ont été enrobées d'imidaclopride] a été planté il y a plusieurs années, mais que des résidus d'imidaclopride persistent dans le nectar et le pollen du colza planté aujourd'hui sur les mêmes parcelles. »

### Effondrement massif des insectes

La découverte, publiée à l'automne 2015 dans la revue *Proceedings of the Royal Society B*, est d'autant plus surprenante que les taux d'imidaclopride retrouvés dans ces plantes mellifères, très attractives pour les abeilles, excèdent parfois les taux de thiaméthoxame détectés – molécule avec laquelle elles ont pourtant été traitées ! Les mécanismes de résistance, de remobilisation et de transport de ces substances dans l'environnement sont encore peu connus. Un manque de connaissance fort dommageable,

les néonicotinoïdes étant suspectés de produire des effets délétères de grande ampleur sur l'ensemble de la biodiversité – le cas de l'abeille domestique étant le plus médiatisé.

Malgré la forte implantation d'agriculteurs bio – près du double du niveau national – et malgré les dispositifs de maintien de la biodiversité rendus possibles par son classement Natura 2000, d'importants dégâts se font sentir dans la zone atelier. Ils sont en accélération, et Vincent Bretagnolle suspecte l'impact des « néonics ». « Les derniers chiffres qui ont été publiés et qui montrent une augmentation récente de leur utilisation d'environ 30 % correspondent bien à ce que l'on voit dans la zone atelier, s'alarme le chercheur. Depuis 2012-2013, on assiste à un effondrement massif des insectes. Les populations de carabes, un petit scarabée qui est ici l'espèce la plus commune et qui remplit d'importantes fonctions écosystémiques, ont chuté de 90 % en vingt ans. Cette tendance, on peut l'observer sur un grand nombre de taxons [catégories d'êtres vivants] : pour l'aloette des champs, pour le campagnol, on est sur un rythme comparable d'effondrement. C'est très inquiétant. »

Le plus déprimant, pour les chercheurs, n'est pourtant peut-être pas tant de documenter le désastre que de produire des connaissances dont les décideurs semblent n'avoir que faire...

STÉPHANE FOUCAUT