

Des plantes plus productives pour nourrir plus

> Biotechnologie
Améliorer la photosynthèse des cultures végétales augmenterait la productivité

> Du laboratoire au champ, les obstacles sont nombreux



De meilleurs rendements de la photosynthèse permettraient d'augmenter la productivité agricole. ARCHIVES

Aurélie Coulon

La population mondiale devrait passer de sept milliards d'individus aujourd'hui à neuf milliards en 2050. Selon les experts, si le régime des habitants continue d'être riche en produits carnés et laitiers, la Terre devra fournir 85% de biomasse en plus, notamment des céréales pour les élevages. Comment nourrir humains et bêtes? Stephen Long, agronome à l'Université d'Illinois aux Etats-Unis, et ses collègues américains et chinois proposent une approche théorique basée sur l'optimisation de la photosynthèse des plantes. Ce processus biologique naturel des végétaux leur permet d'utiliser la lumière pour fabriquer des sucres. Les réflexions de ces scientifiques ont été publiées le 27 mars dans la revue *Cell*.

Ces dernières décennies déjà, les agronomes ont trouvé des solutions pour augmenter la productivité agricole, avec un impact plus ou moins grand sur l'environnement. «Avant 1960, la production a été accrue principalement en augmentant la surface exploitée, pour arriver à environ 40% de la surface terrestre dédiée à la culture et aux pâturages», raconte Christian Fankhauser, professeur au Centre intégré de génomique de l'Université de Lausanne. Puis, l'augmentation de la surface agricole a été freinée, ce qui est essentiel pour maintenir la biodiversité. D'autres mesures ont donc été prises pour augmenter la productivité par hectare, comme l'utilisation de nouvelles variétés, de fertilisants et de pesticides. Le biologiste lausannois rappelle les limites de ce type de produits: «Les en-

grais sont à base d'azote dont l'extraction à partir de l'air est très coûteuse en énergie. Les phosphates, aussi utilisés comme fertilisants, sont obtenus dans des mines qui ne sont pas inépuisables.»

D'où la nécessité de chercher, même théoriquement, d'autres solutions. Améliorer la photosynthèse est une piste pertinente, selon Ste-

«Augmenter le pouvoir photosynthétique des plantes est une solution parmi d'autres pour nourrir la planète»

phen Long. Tout d'abord, c'est une des réactions chimiques les mieux connues. «Tout le vivant dépend plus ou moins de cette réaction extraordinaire qui a été étudiée sous toutes les coutures», commente Christian Fankhauser. La réaction de photosynthèse consomme du dioxyde de carbone (CO₂) de l'air et de l'eau pour produire des dérivés des sucres. Pour fabriquer cette matière organique, les cellules des végétaux possèdent des compartiments appelés chloroplastes qui contiennent des pigments – comme

la chlorophylle de couleur verte – transformant l'énergie lumineuse en énergie chimique.

Par ailleurs, des modèles informatiques de la photosynthèse offrent la possibilité de tester virtuellement des milliers de changements de l'activité des gènes impliqués dans la photosynthèse. Les chercheurs peuvent aussi étudier l'impact théorique de l'intégration de gènes étrangers à la plante sur le rendement énergétique, et identifier les meilleures cibles à manipuler génétiquement. «Ces modèles informatiques sont très importants», observe Christian Fankhauser. Ils apportent une vision globale de l'intervention théorique avant sa mise en œuvre pratique.»

Enfin, l'agronome américain ajoute que de nouveaux outils pour modifier l'ADN ont été développés en recherche, comme la technique dite CRISPR-Cas9 permettant une chirurgie très précise de l'ADN (Lire *LT* du 24.03.2015). Cependant, cette technique soulève des questions. «CRISPR-Cas9 est une technique essentielle pour développer de nouvelles variétés», commente Christian Fankhauser. Mais il faudra légiférer sur son utilisation car dans certains cas, il sera difficile de distinguer une plante génétiquement modifiée par

cette méthode d'une variété mutante issue de la sélection.»

Sur la base de ces outils informatiques et moléculaires, Stephen Long envisage plusieurs approches possibles. Par exemple, l'utilisation de l'ADN des algues et des cyanobactéries. Leurs cellules, qui sont aussi photosynthétiques, sont très efficaces pour réaliser la réaction chimi-

«L'intégration d'ADN d'algues et de bactéries pourrait augmenter la productivité de 60%»

que. Leurs séquences génétiques pourraient être intégrées à celles des plantes. Le gain en productivité des cultures a été estimé à 60%, selon une étude de Stephen Long parue en 2014 dans la revue *Plant Physiology*.

Une autre approche est celle de la modification de l'architecture des plantes, c'est-à-dire la forme et la position des feuilles, afin d'optimiser la capture de la lumière. «C'est ce que font depuis longtemps les agronomes en sélectionnant des variétés ayant les feuilles du haut plus verticales pour laisser de la lumière aux

feuilles du bas», observe Christian Huyghe, directeur de recherche à l'Institut national français de la recherche agronomique (INRA). Selon lui, il faut cependant regarder les effets de manière globale: «Il y a un compromis à faire; des feuilles plates à la base permettent aussi de lutter contre les mauvaises herbes en leur faisant de l'ombre, et donc d'utiliser moins de pesticides.» Le gain a ici été estimé entre 15 et 60%, selon deux publications en 2014 et 2006 de Stephen Long et de ses collègues.

Cependant, toutes ces hypothèses sont théoriques et le rendement estimé est loin d'être transposable dans les champs. «Ces approches concernent souvent des mécanismes moléculaires», explique Christian Huyghe. Or dans un champ, il faut avoir une approche multicritère de la plante dans son écosystème. On devrait intégrer dans les modèles l'alimentation en eau et CO₂, la concurrence entre plantes voisines, les cycles de floraison et de stockage, etc. Ce changement d'échelle est très important.»

L'effet de ces modifications génétiques sur la physiologie générale de la plante doit aussi être pris en compte. Exemple, retoucher une enzyme clé de la photosynthèse, telle que la Rubisco, pourrait avoir des conséquences plus larges. Celle-ci est en effet riche en azote, un élément important notamment pour la fabrication des graines. Améliorer la photosynthèse, c'est donc aussi prendre le risque de perturber d'autres fonctions capitales pour la plante.

Enfin, il ne faut pas oublier que la proposition de Stephen Long d'augmenter le pouvoir photosynthétique des cultures, jugée «pertinente et intéressante» par Christian Huyghe, est une solution parmi d'autres pour nourrir hommes et bêtes. «On pourrait aussi réduire le gaspillage, qui représente près de 30% des récoltes, notamment en utilisant cette biomasse pour autre chose», propose l'agronome de l'INRA, qui suggère aussi d'introduire une succession culturale plus grande, pour produire toute l'année. Diminuer la consommation de viande serait une autre option. «Aujourd'hui, l'alimentation occidentale est à 60% basée sur des protéines animales», précise Christian Huyghe. Une diminution de 10% serait déjà bénéfique.»

Gros bébés: il faut déclencher l'accouchement

> Santé Naissances moins risquées

Fabien Goubet

Déclencher les accouchements avant que les bébés ne grossissent trop: c'est l'idée derrière une étude médicale publiée dans la revue *The Lancet*. Au-delà d'un certain poids, les bébés qui viennent au monde augmentent les risques pour leur mère et pour eux-mêmes.

Exemple, la difficulté à passer les épaules, que les médecins nomment la dystocie, peut entraîner des fractures de la clavicule. Pour la mère, mettre au monde un bébé costaud implique souvent le recours à la césarienne (et ses risques inhérents, hémorragies et infections en tête), et provoque plus fréquemment des lésions du périnée. Face à ce constat, une équipe d'obstétriciens menée par le professeur Michel Boulvain, des Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) a voulu évaluer si le déclenchement des accouchements pouvait limiter ces risques.

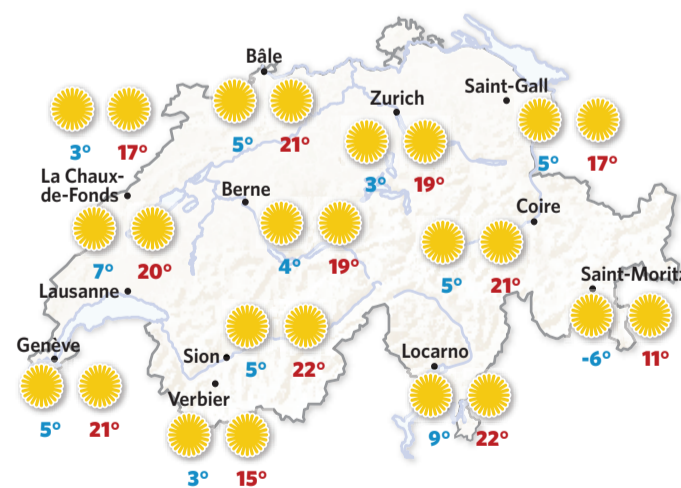
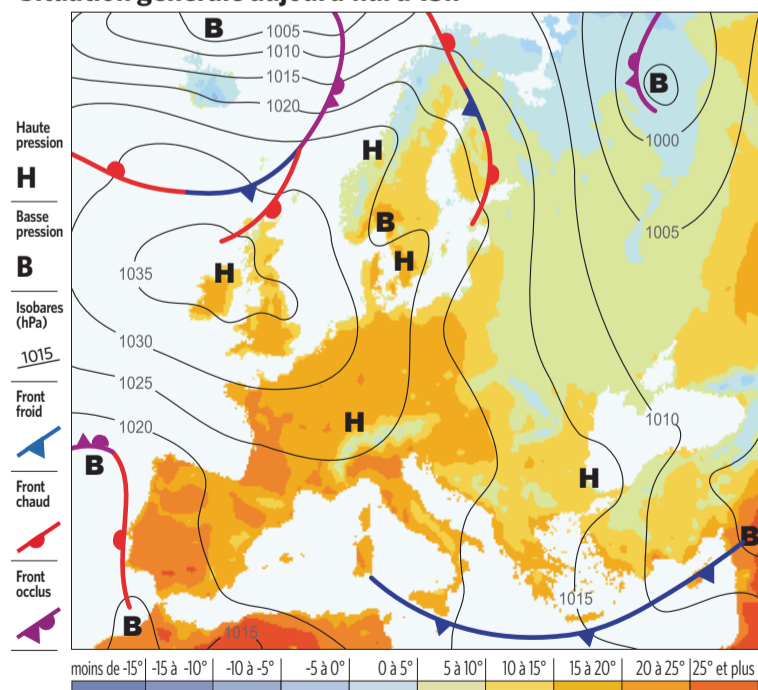
Moins de complications

Réalisés en Suisse, en France et en Belgique, les travaux ont porté sur 825 femmes en fin de grossesse dont le fœtus présentait un poids supérieur à la moyenne. La moitié d'entre elles ont accouché naturellement, tandis que les autres femmes ont accouché après déclenchement entre la 37^e et la 38^e semaine. Résultat, les bébés venus au monde après déclenchement pesaient 3,8 kg en moyenne, contre 4,1 kg pour les autres.

Sans surprise, le déclenchement entre les 37^e et 38^e semaines a réduit les risques de fracture de la clavicule, sans toutefois augmenter le risque de césarienne ou la probabilité d'intervention médicale lors de l'accouchement. Les complications néonatales ont été jugées équivalentes entre les deux groupes, à l'exception des bénignes jaunisses du nourrisson, plus fréquentes chez les bébés «déclenchés». Une approche simple qui pourrait facilement être mise en application.

Météo

Situation générale aujourd'hui à 13h



Un vaste anticyclone recouvre l'Europe de l'Ouest. Il influencera favorablement le temps dans nos régions jusqu'à mercredi. Le soleil brillera sans répit et les températures, fraîches à l'aube, deviendront printanières au fil des heures. Jeudi, un courant d'ouest s'installera, de l'air plus humide et instable affluera progressivement vers la Suisse. Le temps sera encore en partie ensoleillé et la tendance aux averses faible au début. Mais, dès samedi, les perturbations s'annoncent plus actives.

Ephéméride

Mardi 21 avril 2015

Soleil
lever: 06h39
coucher: 20h30
3 minutes de soleil en plus

Lune
lever: 08h39
coucher: 23h42
Lune: croissante
taux de remplissage: 9%

Prévisions à cinq jours

Jour/degré de fiabilité:	Mercredi 80%	Judi 60%	Vendredi 60%	Samedi 50%	Dimanche 40%
Bassin lémanique, Plateau romand et Jura Limite des chutes de neige:	4° 21°	7° 19°	7° 18°	8° 16°	9° 16°
Alpes vaudoises et valaisannes (500 m)	5° 25°	9° 22°	9° 21°	9° 19°	9° 19°
Suisse centrale et orientale	5° 22°	6° 20°	9° 19°	9° 17°	9° 15°
Sud des Alpes	11° 22°	12° 18°	11° 20°	11° 17°	11° 16°

Prévisions en Suisse pour le matin et l'après-midi. Les températures indiquées sont les valeurs minimales (en bleu) et maximales (en rouge)

MétéoSuisse
tél. 0900 162 666

en ligne avec nos météorologues, 24 heures sur 24 (fr. 3.- l'appel, fr. 1.50 la minute)

www.MeteoSuisse.ch

PUBLICITÉ

REVESAFRIQUE
L'EXPERT DE VOS SAUVAGES

> URS GASSER
> STÉPHANIE STREBEL
> VALÉRIE KUFFER

TEL. 022 300 30 30
RUE DE GRENUS 1
1201 GENÈVE
WWW.REVES-AFRIQUE.CH

SAFARIS EN ZAMBIE

Panorama

Environnement

Militants écologistes menacés
L'Amérique latine est la région la plus dangereuse de la planète pour les militants écologistes, cumulant trois quarts des morts répertoriées dans le monde en 2014 parmi ces protestataires, selon un rapport publié lundi par l'organisation britannique Global Witness. (AFP)

Climat

Record de chaleur en vue
Le premier trimestre de 2015 a battu les records de chaleur, ont annoncé le Goddard Institute for Space Studies et l'Université Columbia de New York. Avec +0,84 °C comparé à la période 1951/1980, 2015 pourrait battre le record établi en 2014. (LT)

Microbiologie

Cocktails tuberculeux
Des corps découverts dans la crypte d'une église hongroise du XVIII^e siècle contiennent les traces de pas moins de 14 souches bactériennes responsables de la tuberculose, rapportent des microbiologistes dans *Nature Communications*. Une aubaine pour l'étude de cette maladie, aujourd'hui surtout provoquée par une seule souche. (LT)

Biodiversité

Un singe fait son come-back
Le colobe bai de Bouvier, un singe qu'on pensait disparu depuis plus de 25 ans, a été photographié au Congo par deux explorateurs lors d'une expédition consacrée aux espèces méconnues. (LT)