

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



Dominique Job

biologiste végétal

directeur de recherche émérite au CNRS

Académie d'agriculture de France

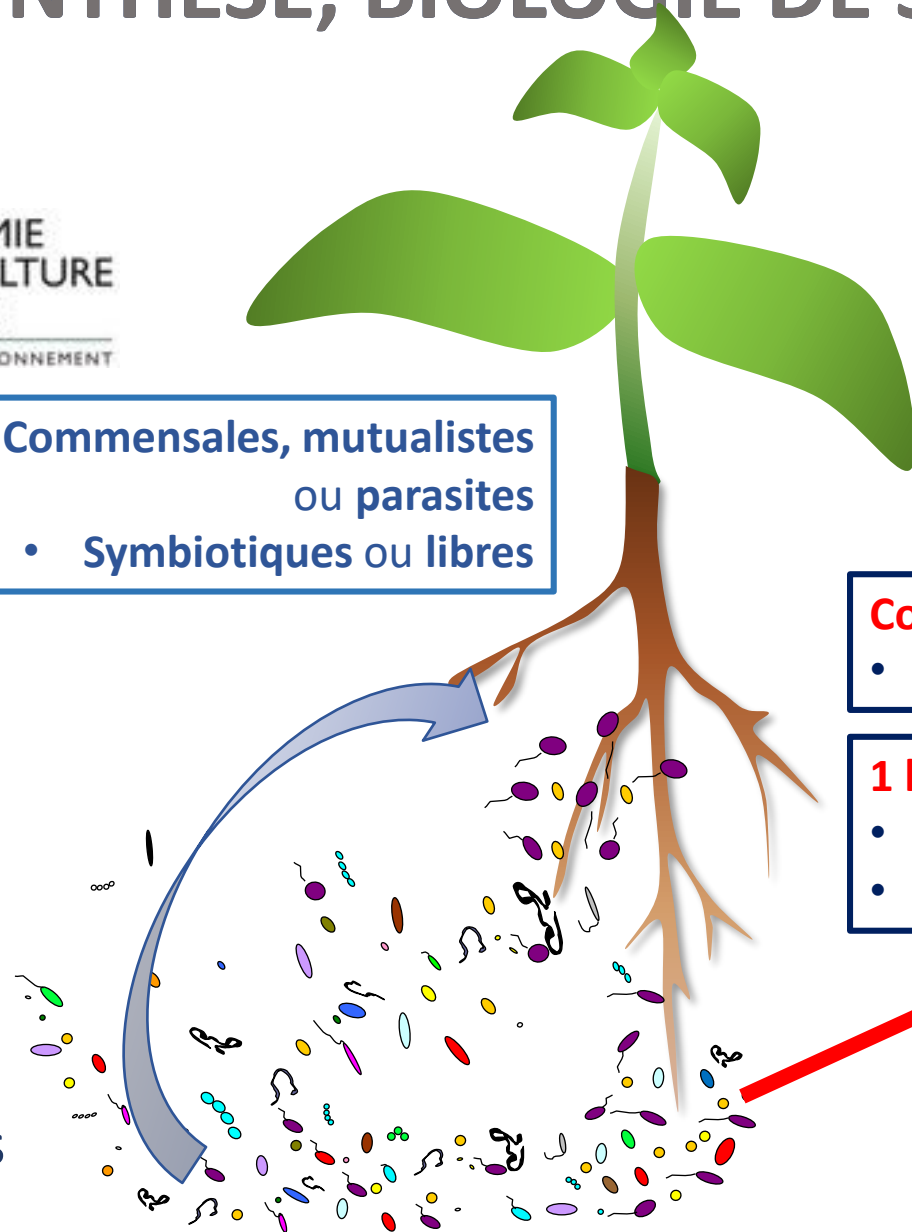
François Képès

spécialiste de biologie de synthèse

co-fondateur de la société Synovance

Membre de l'Académie des technologies

- Commensales, mutualistes ou parasites
- Symbiotiques ou libres



Corps humain :

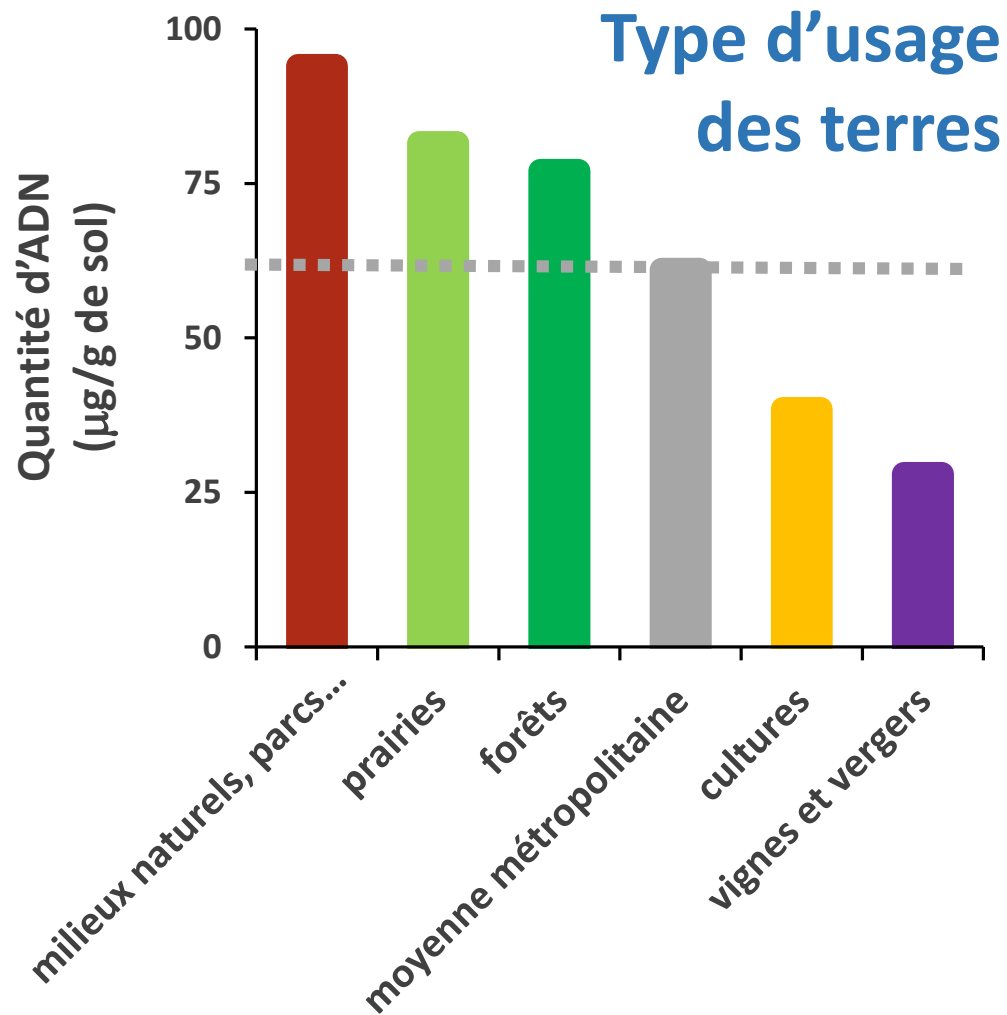
- 10^{14} cellules

1 kg de sol :

- 10^{12} bactéries
- 10^9 champignons

d'après INRA Dijon (2017)

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



L'agriculture intensive réduit l'abondance microbienne des sols

OBJECTIFS :

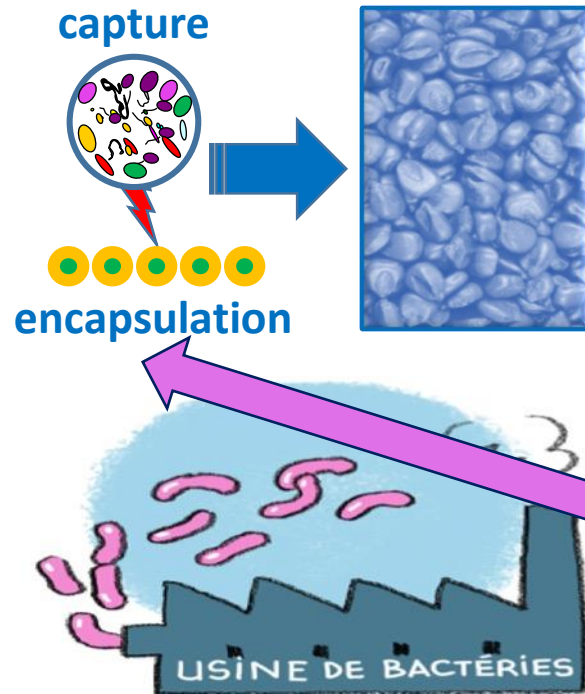
- Réintroduire des microorganismes devenus limitants suite à l'usage des engrais chimiques et des produits phytosanitaires
- Utiliser les approches d'ingénierie génétique et de biologie de synthèse pour construire de nouvelles communautés de microorganismes

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Applications (1)



Applications disponibles : Inoculation des sols avec des microorganismes améliorant la **croissance des plantes** (plusieurs inoculants sont proposés aux agriculteurs notamment pour les cultures de légumineuses, luzerne, soja...)



Applications disponibles : Utilisation des semences comme **vecteurs** de ces inoculations dans des traitements d'enrobage ou de pelliculage (e.g., inoculant **Acceleron B300 – Maïs – BioAg Alliance** ; gains : + 200 kg à l'ha)

Applications en développement :

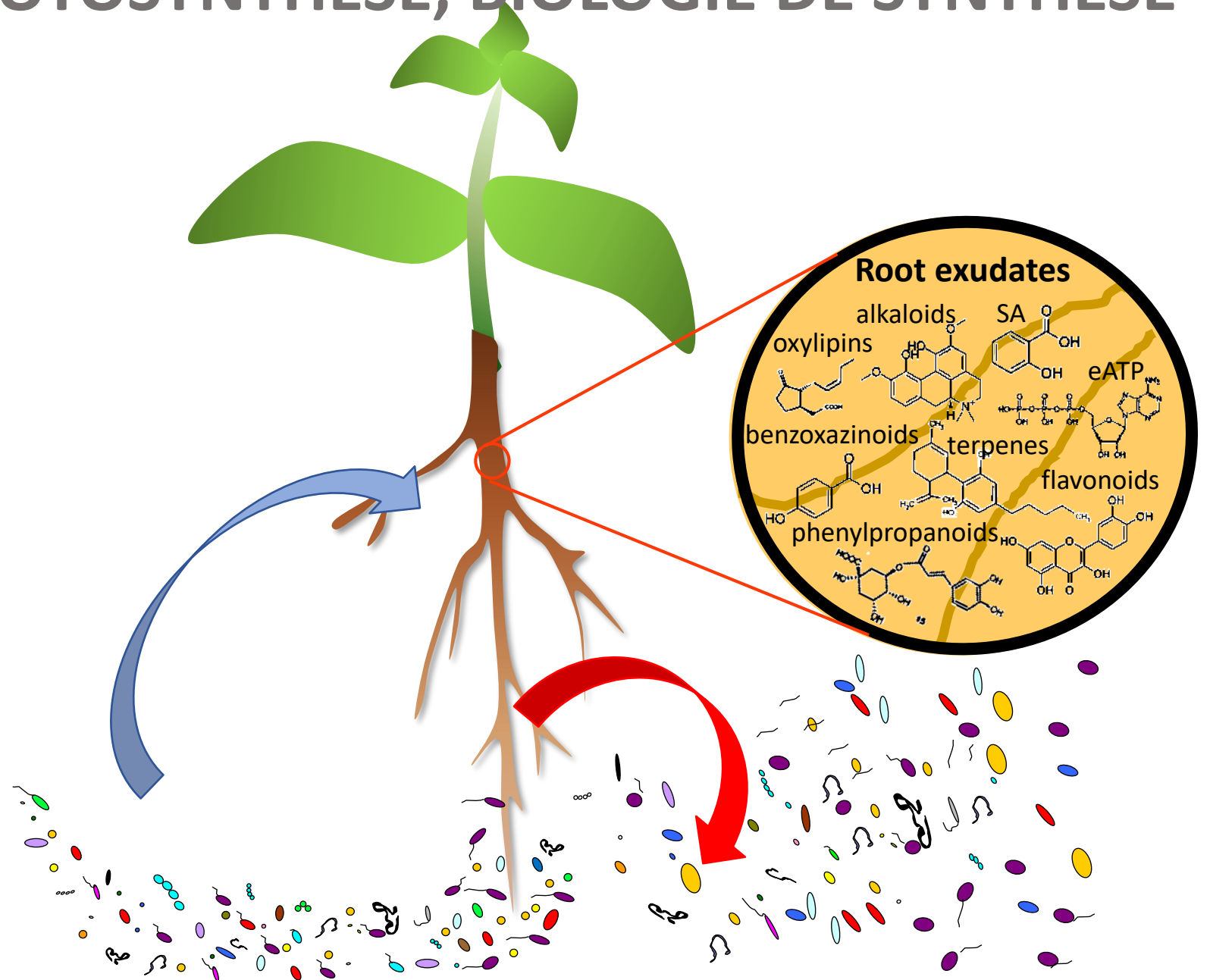
- Construction de **communautés synthétiques (SynComs)** reproduisant le microbiote naturel (**définir le microbiote utile minimum**)
- Fabrication de **nouveaux microorganismes** grâce à la **biologie de synthèse**

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

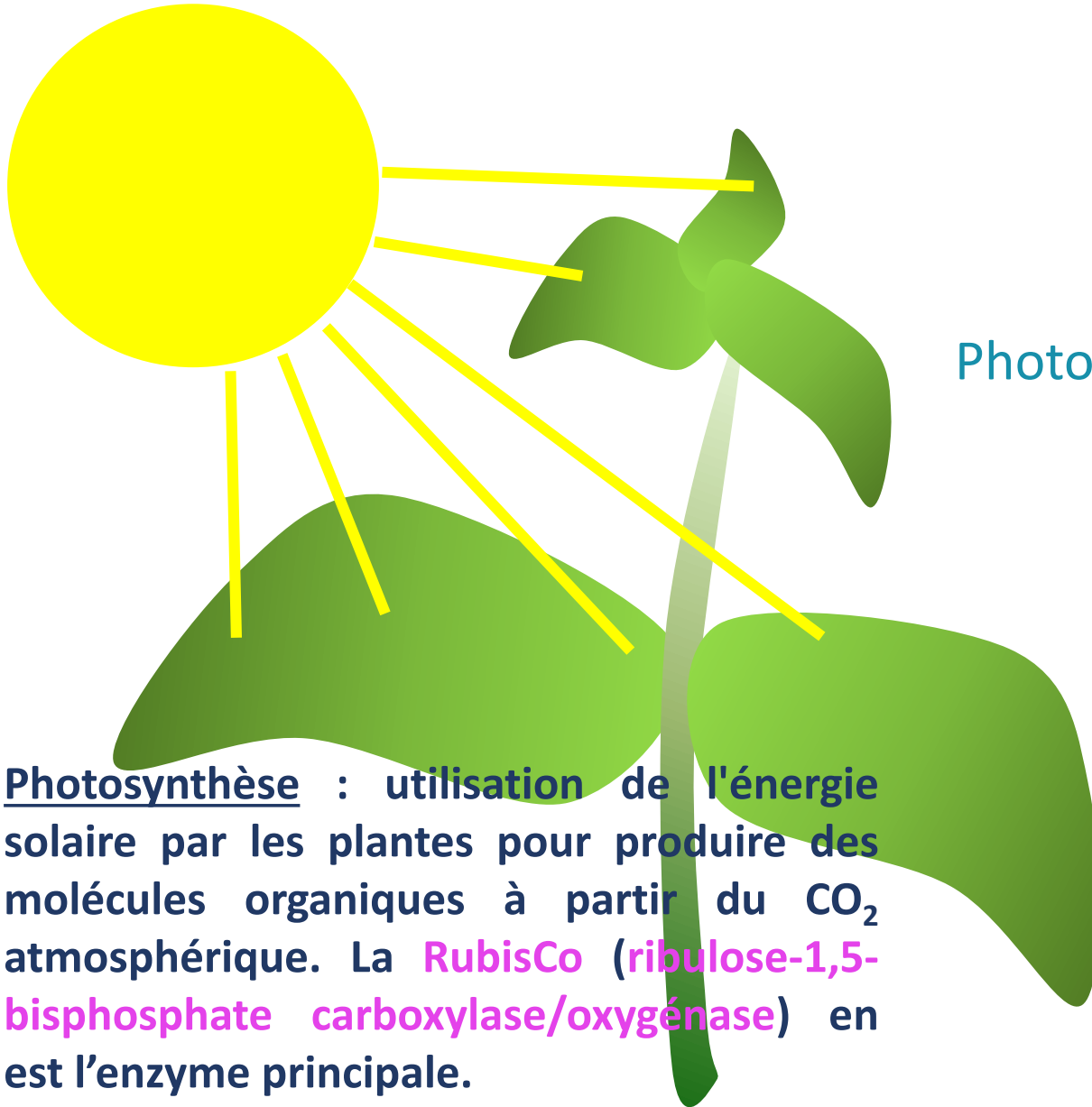
Applications (2)

Des gènes de plante impliqués dans le transport des exsudats racinaires jouent un rôle dans la sélection du microbiote racinaire.

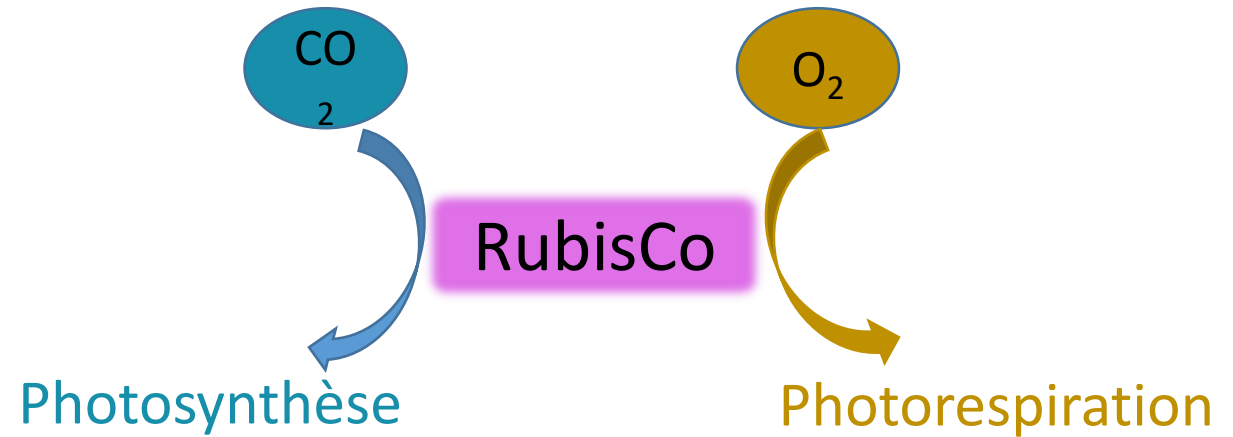
L'un des objectifs majeurs sera de sélectionner des plantes qui tirent parti, de manière héritable, de cette biodiversité tellurique.



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



Photosynthèse : utilisation de l'énergie solaire par les plantes pour produire des molécules organiques à partir du CO_2 atmosphérique. La **RubisCo** (**ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygénase**) en est l'enzyme principale.



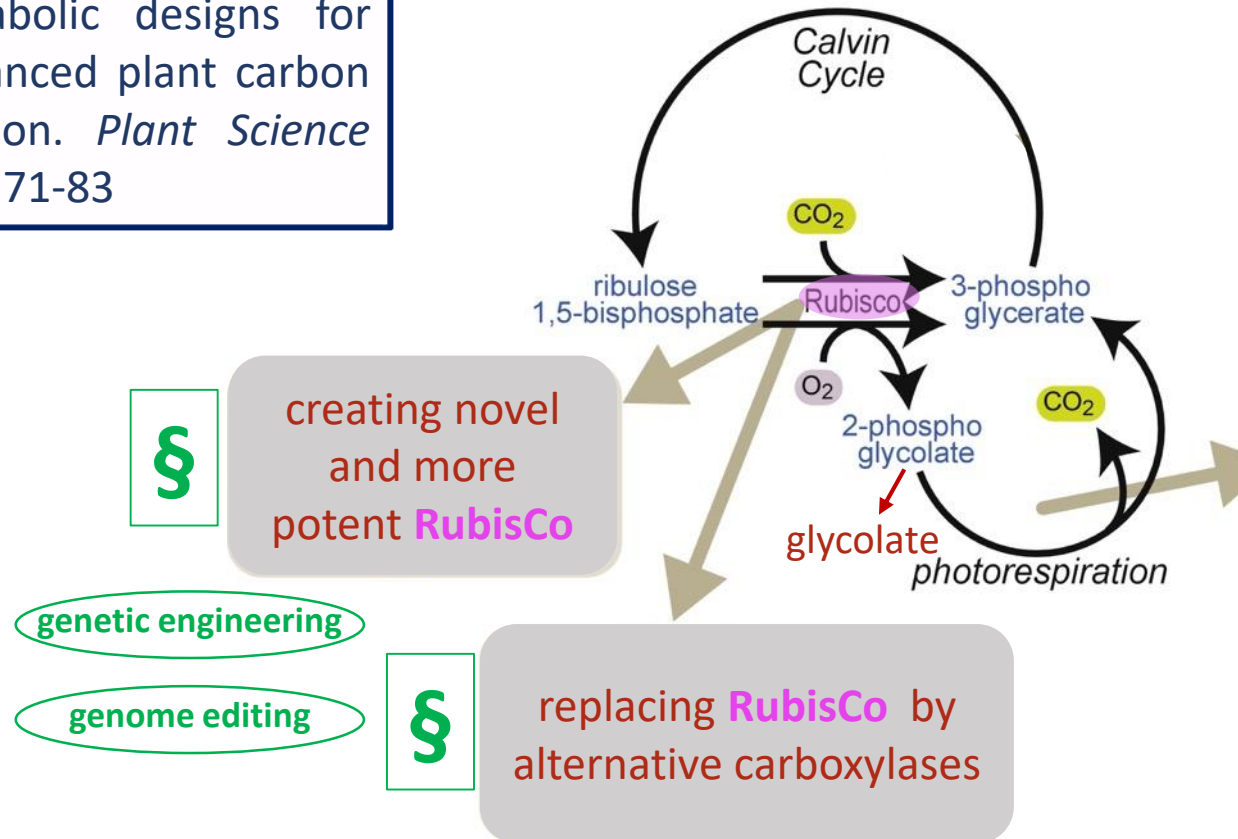
Efficacité énergétique faible (quelques %).

- Existence d'une réaction **antagoniste** de la photosynthèse, la **photorespiration**, due à une activité **oxygénase** portée par la **RubisCo**.
- De plus, la photorespiration libère des produits **toxiques** pour la plante (e.g., **glycolate**).

Différentes approches technologiques sont mises en place pour « corriger » ce problème et ainsi améliorer le rendement de la photosynthèse.

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Bar-Even (2018) Daring metabolic designs for enhanced plant carbon fixation. *Plant Science* **273**, 71-83



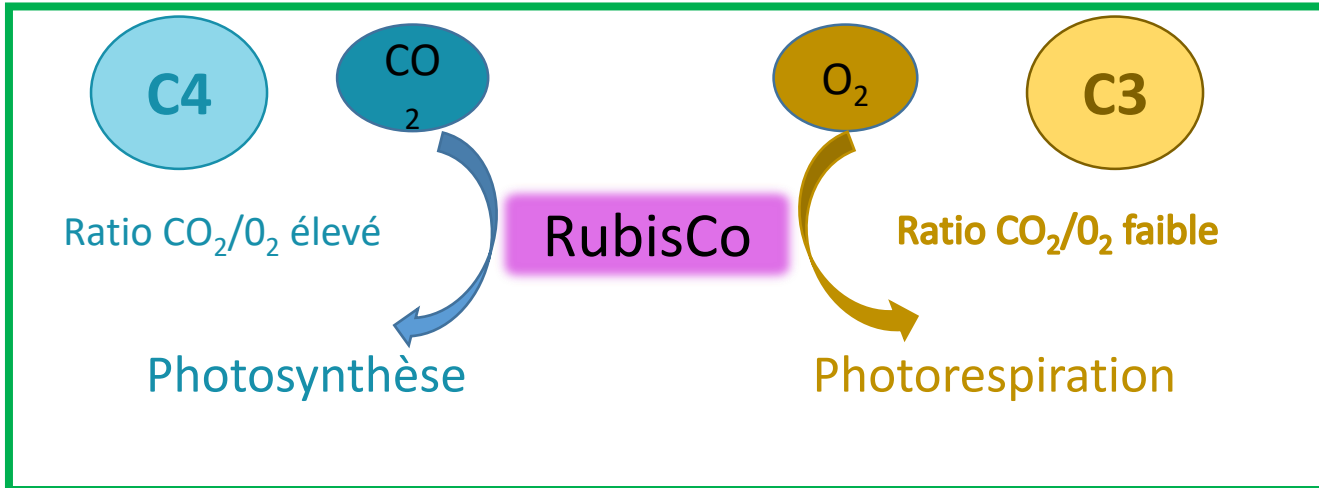
Biomasse : + 20%



South et al. (2019) Synthetic glycolate metabolism pathways stimulate crop growth and productivity in the field. *Science* **363**, 6422, eaat9077

- **Création de carboxylases artificielles** plus performantes que la **RubisCo** ou **remplacement de la RubisCo** par d'autres carboxylases (**génie génétique, édition des génomes**)
- **Métabolisation des produits de la photorespiration toxiques pour la plante (glycolate) par introduction de voies bactériennes et biologie de synthèse**

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



- **Mimer la Nature.** Chez les plantes, il existe 2 types de photosynthèse : C3 et C4. Chez les plantes **C3** (blé, riz, ...), le **ratio** CO_2/O_2 au niveau de la **RubisCo** est **faible**. Au contraire, chez les plantes **C4** (maïs, sorgho, canne à sucre ...) il existe un système particulier de **concentration du CO_2** au niveau de la **RubisCo**.

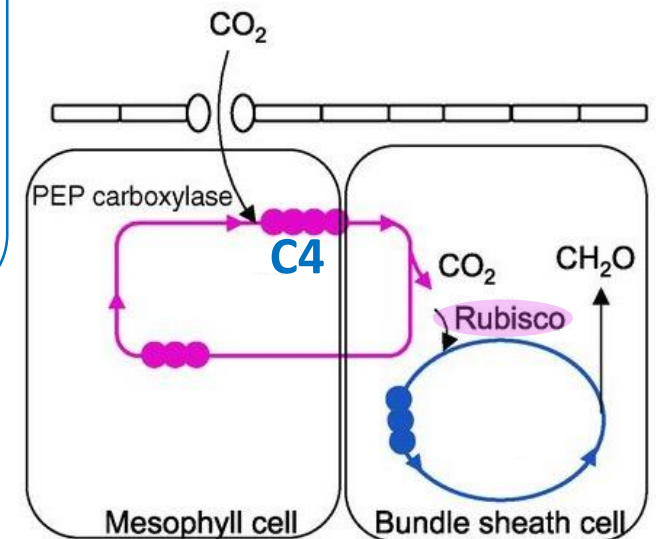
The C4 Rice Project: <https://c4rice.com>

- Regroupe des chercheurs de 12 institutions dans 8 pays
- Supporté par la **Bill & Melinda Gates foundation**
- Son rendement serait plus élevé **(+50%)** comparé au riz C3

Photosynthèse C3
Faible ratio CO_2/O_2



Photosynthèse C4
Augmentation du ratio CO_2/O_2



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



Merci !!!

François Képès

spécialiste de biologie de synthèse

co-fondateur de la société Synovance

Membre de l'Académie des technologies

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

■ Cibles d'action de la biologie de synthèse en agriculture

1. choix et amélioration des plantes pour une croissance maximisant la biomasse ;
2. amélioration de la saccharification ;
3. amélioration du processus de photosynthèse par le photosystème de type II ;
4. modification du riz pour produire des composés photosynthétiques à 4 carbones ;
5. résistance des plantes aux parasites et à la sécheresse ;
6. fixation de carbone par une voie optimisée totalement synthétique.

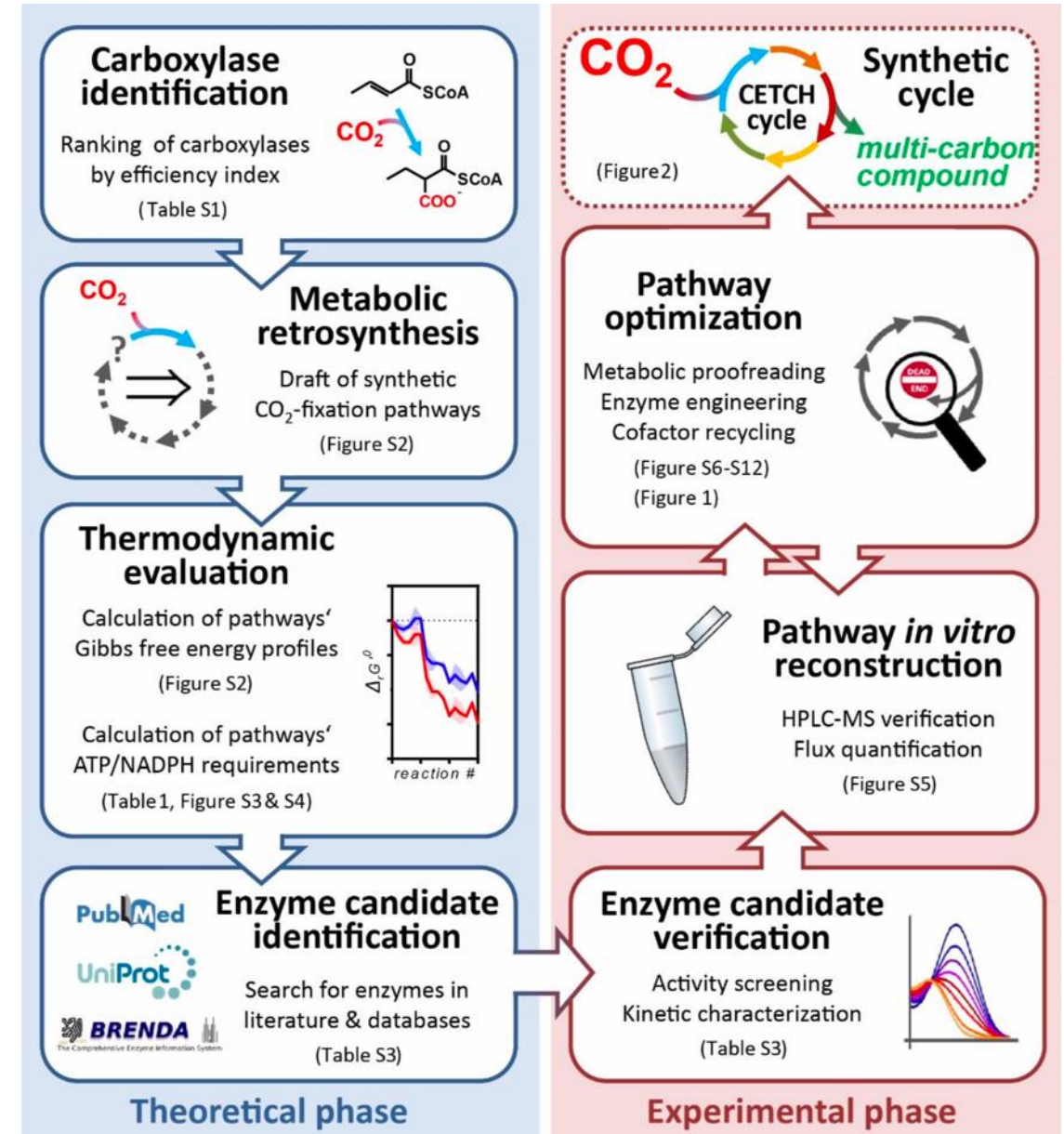
MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

■ Cibles d'action de la biologie de synthèse en agriculture

1. choix et amélioration des plantes pour une croissance maximisant la biomasse ;
2. amélioration de la saccharification ;
3. amélioration du processus de photosynthèse par le photosystème de type II ;
4. modification du riz pour produire des composés photosynthétiques à 4 carbones ;
5. résistance des plantes aux parasites et à la sécheresse ;
6. fixation de carbone par une voie optimisée totalement synthétique.

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

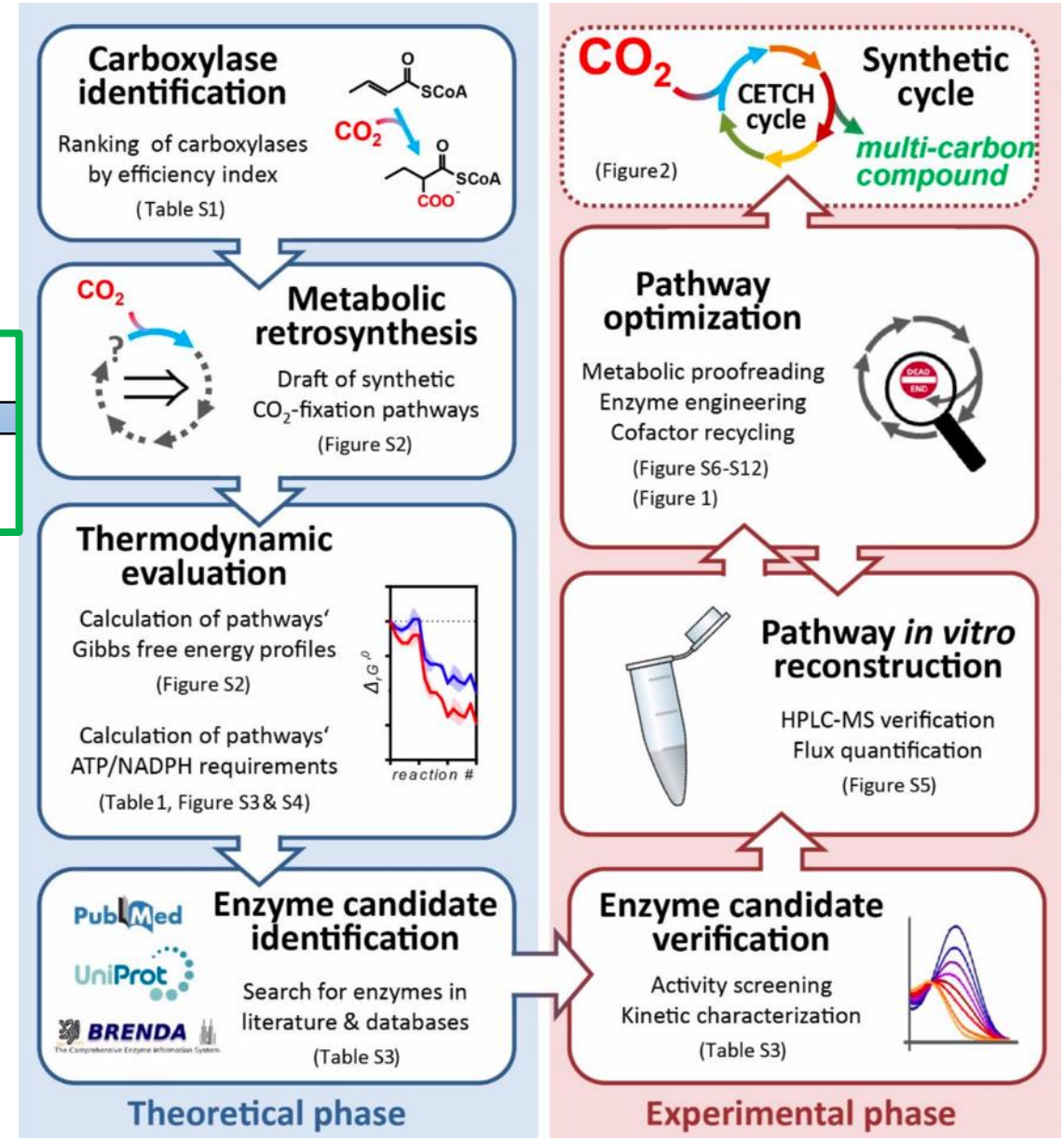
Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4

Calvin-Benson-Bassham (CBB) *naturel*
vs.
crotonyl-CoA/éthylmalonyl-CoA/hydroxybutyryl-CoA (CETCH) *synthétique*

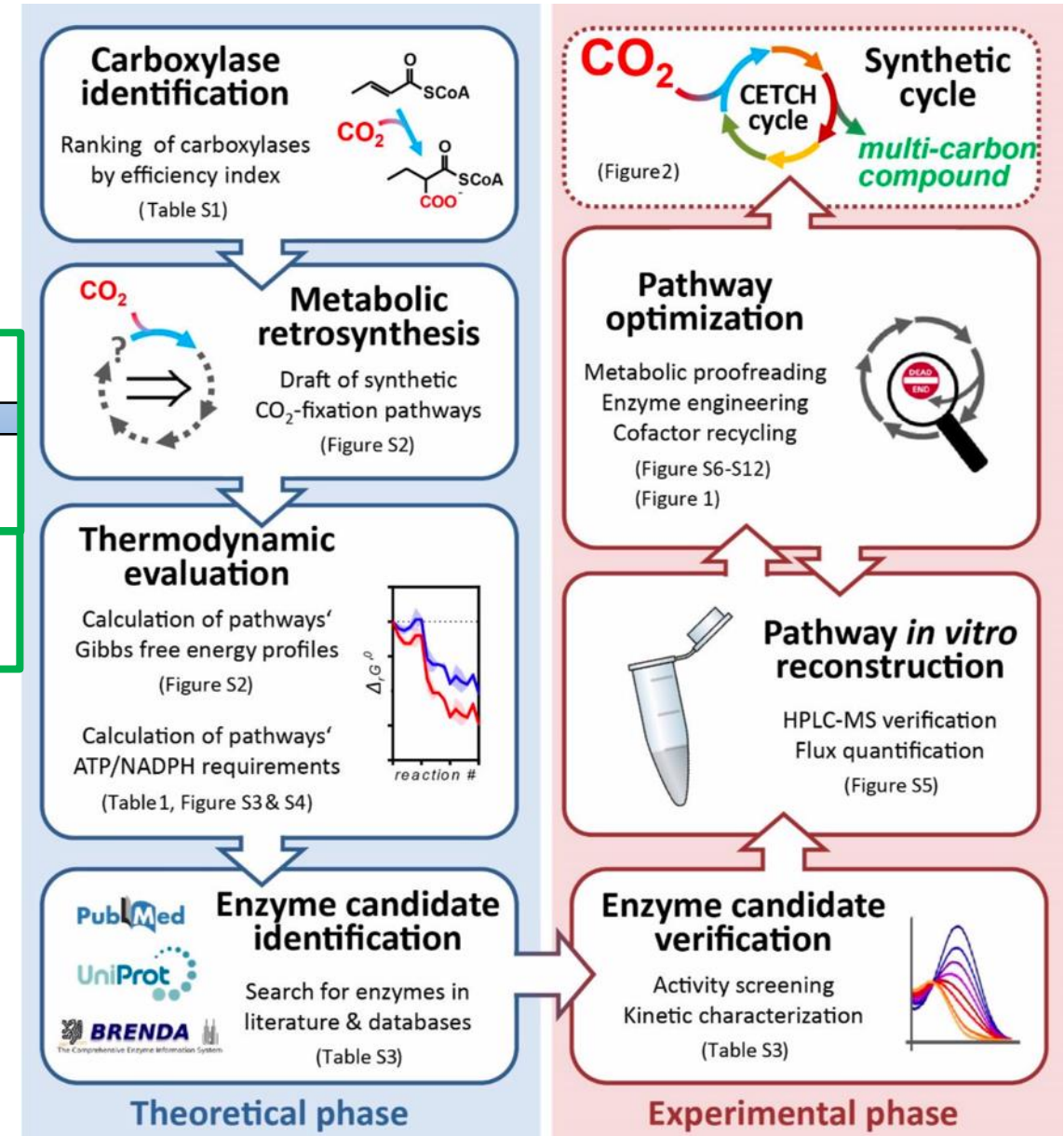


MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4

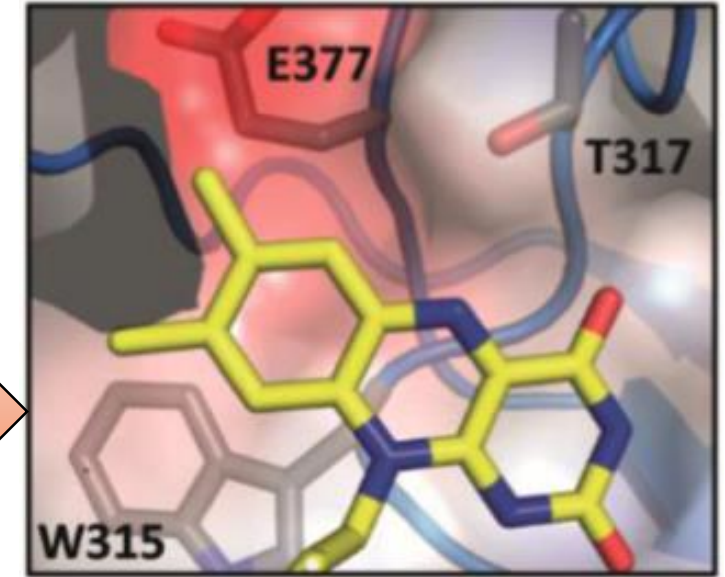
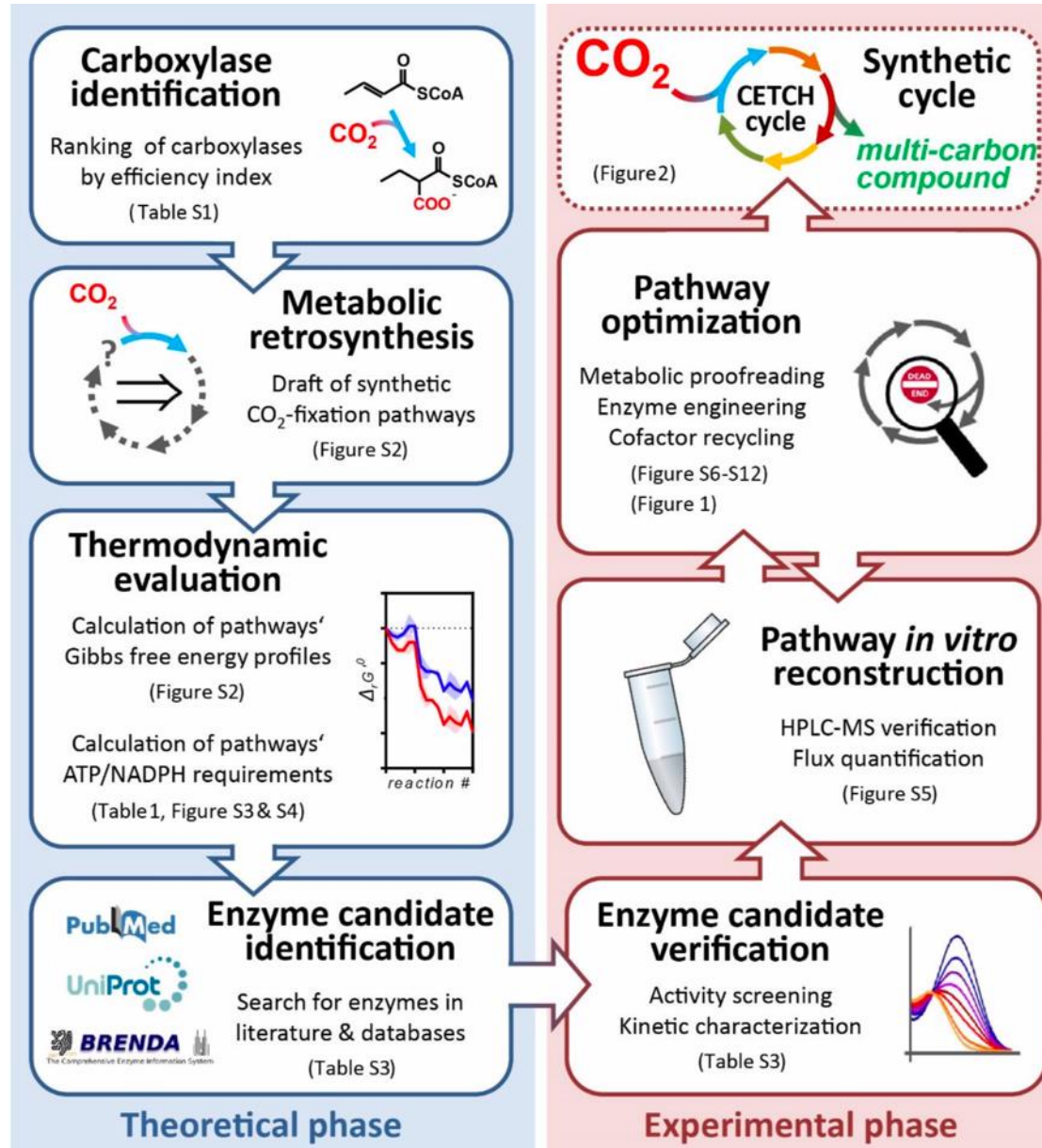
Calvin-Benson-Bassham (CBB) *naturel*
vs.
crotonyl-CoA/éthylmalonyl-CoA/hydroxybutyryl-CoA (CETCH) *synthétique*

Des cycles synthétiques consomment 1/3 d'ATP (et ≥ 7 photons) en moins par CO_2 converti en phosphoglycerate.



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4

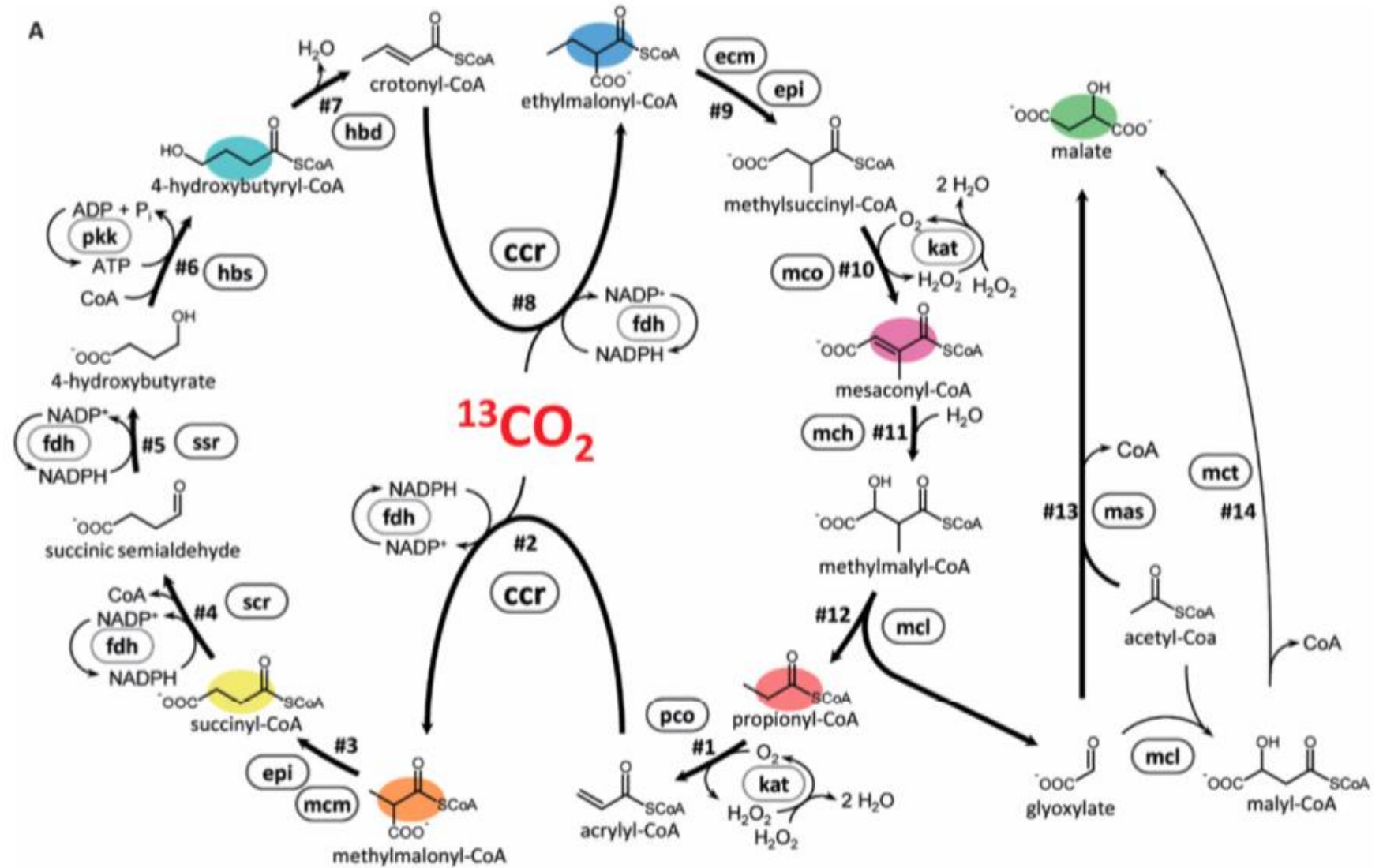


Introduire une activité OXYDASE dans une Mcd pour en faire une Mco

Mcd : méthylsuccinyl-CoA deshydrogénase
Mco : ms-CoA oxydase (utilisant O₂)

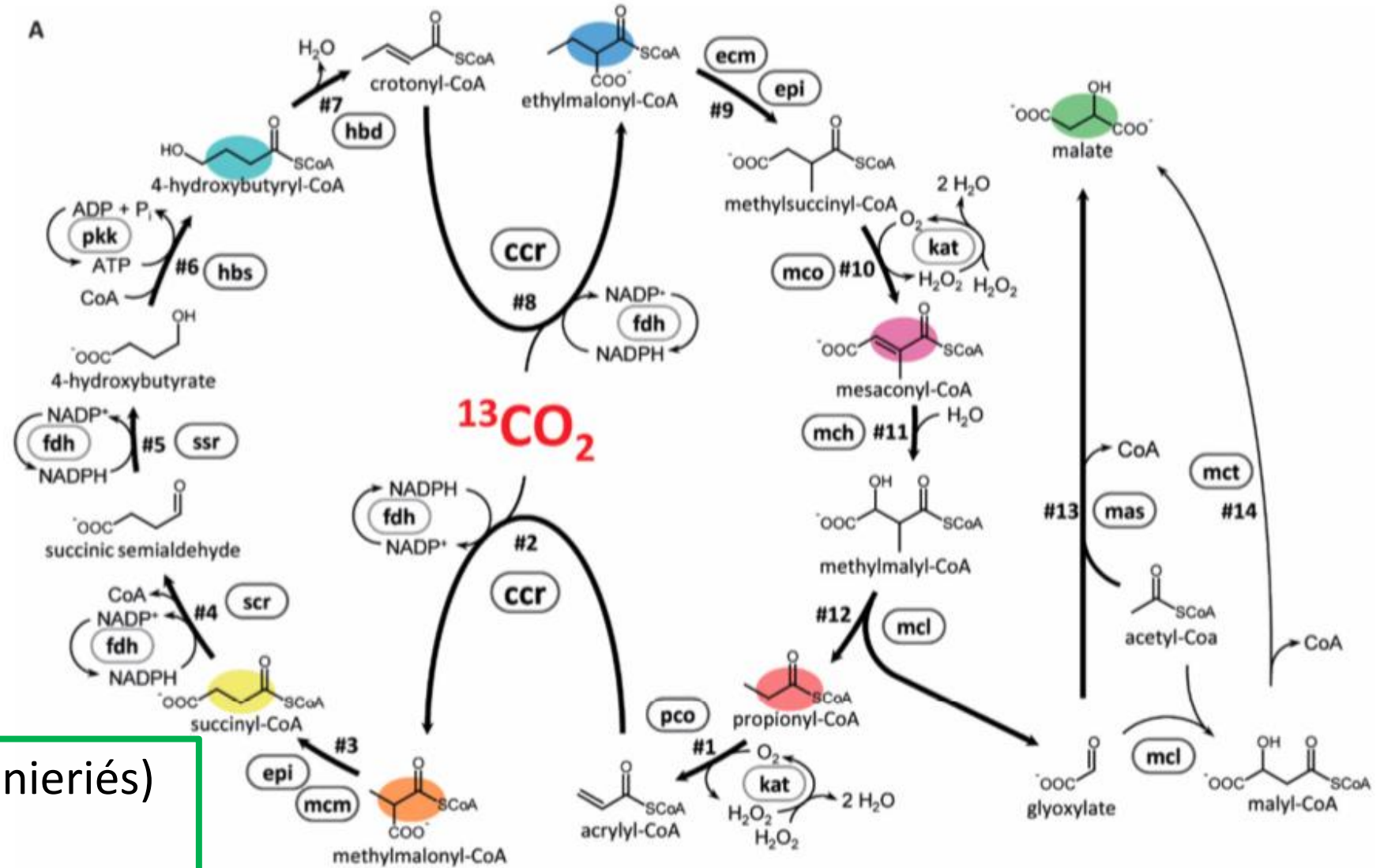
MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4



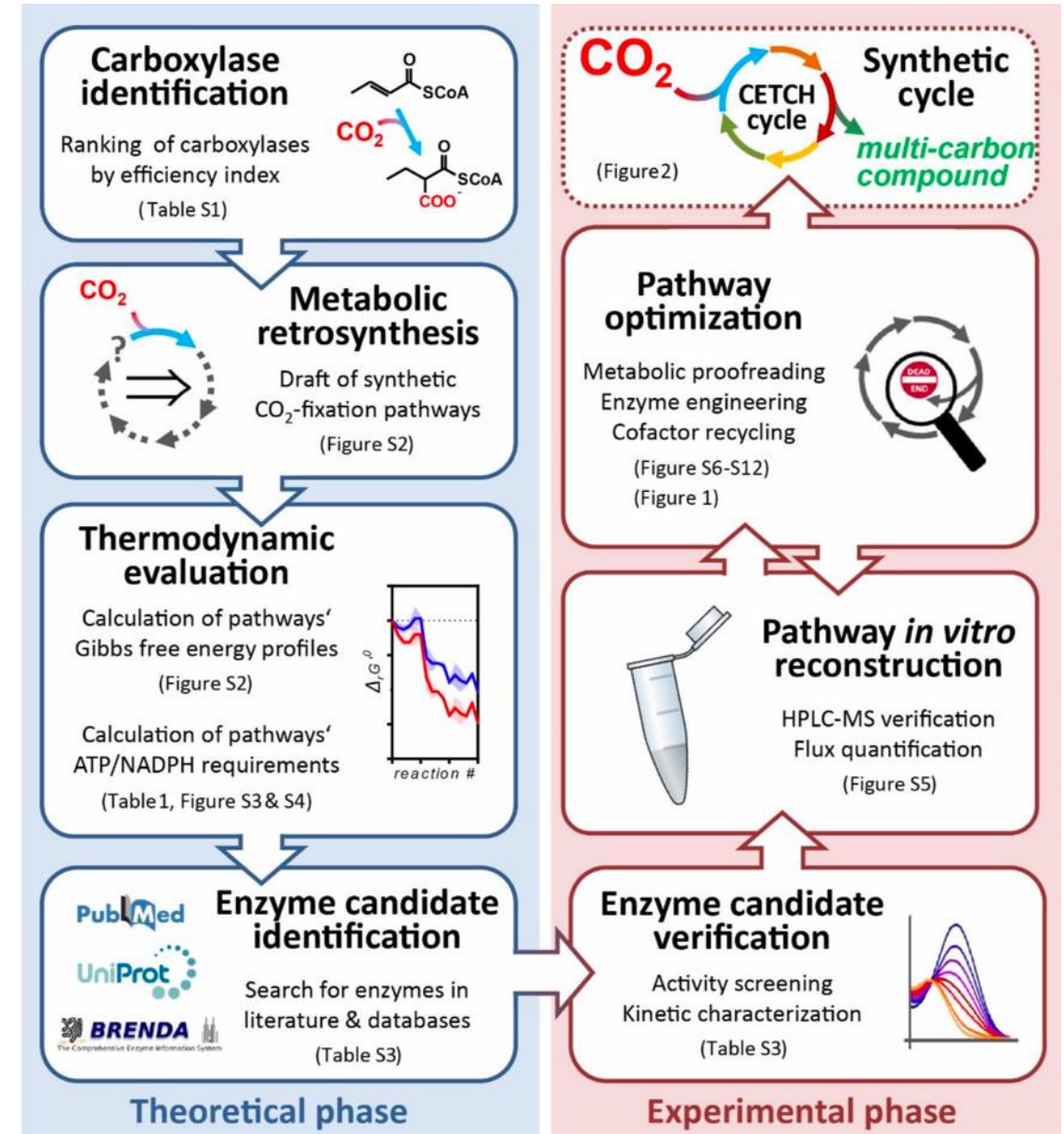
MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

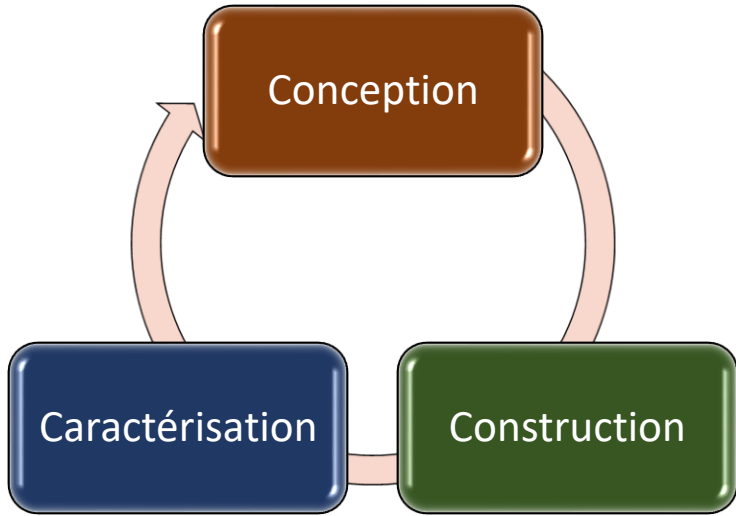
Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4



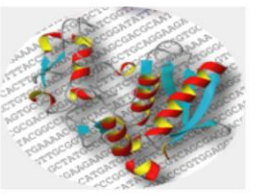
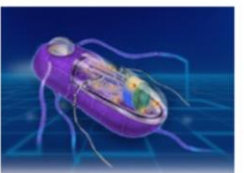
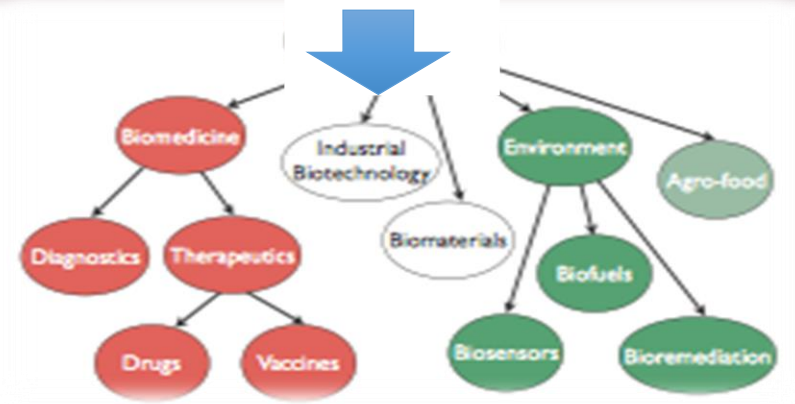
MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Schwander (2016) A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science* 354:900-4



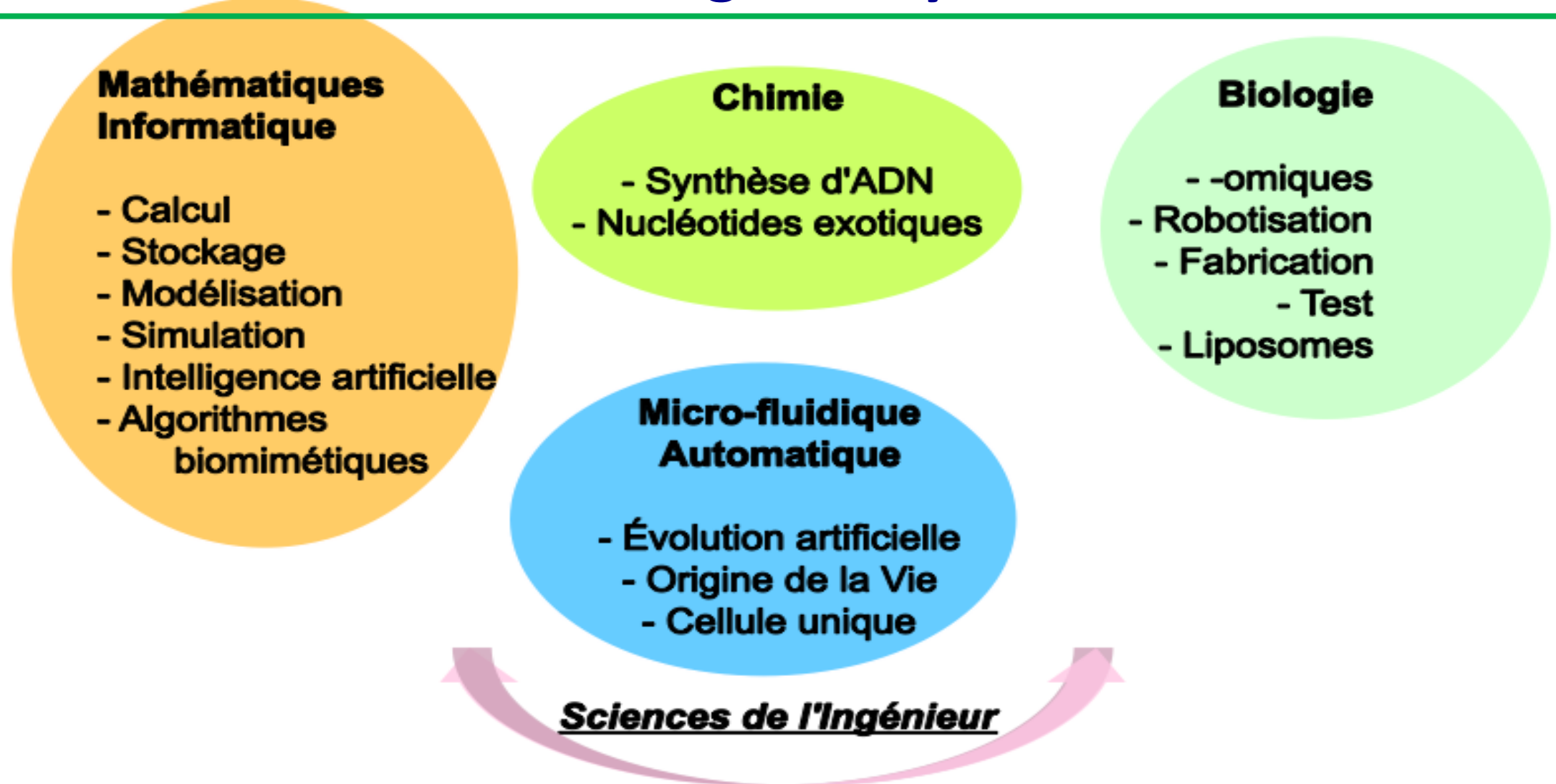


Normalisation
 Ré-utilisation
 Découplage conception/fabrication
 Orthogonalité et modularité
 Hiérarchie



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

▪ Moteurs actuels de la biologie de synthèse



MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

▪ Procédés ou produits issus de la biologie de synthèse

 **Wilson Center**

2015

Synthetic
BIOLOGY
PROJECT

[Home](#)

[Products/Applications](#)

[Companies](#)

[▼ Categories](#)

[▼ Countries](#)

[▼ About](#)

Synthetic Biology Products/Applications

Products 1 to 20 of 116

MICROBIOLOGIE, PHOTOSYNTHÈSE, BIOLOGIE DE SYNTHÈSE



Merci !