

Plateforme bactérienne

Critique d'article par Daniel Pérez

Contenu

Renseignements sur l'article

Objectif de l'étude

Cadre de l'étude

Résultat majeur

Résultats secondaires

Caractère innovateur

Qualité d'analyse des résultats

Points forts et points faibles

Validité de la conclusion

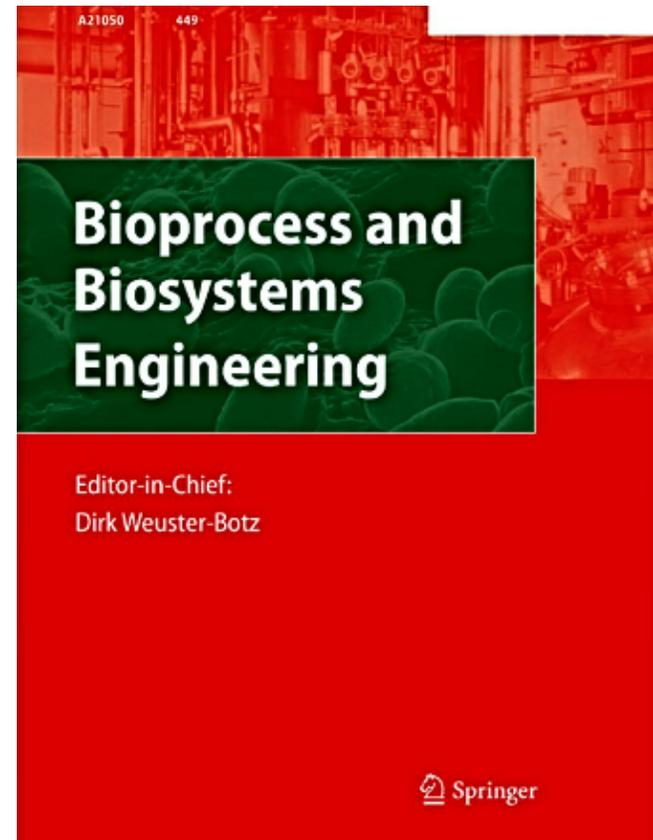
Recommandations pour améliorer l'étude

Renseignements sur l'article

Microbial production of a biofuel (acetone butanol–ethanol) in a continuous bioreactor: impact of bleed and simultaneous product removal

Thaddeus Chukwuemeka Ezeji • Nasib Qureshi • Hans Peter Blaschek

Journal Bioprocess and Biosystems Engineering
(2013)



Objectif de l'étude

Réaliser un système de fermentation continu pour produire de l'ABE à l'aide de *Clostridium beijerinckii* BA101 avec enlèvement de bouillon de culture en semi-continu et récupération simultanée des gaz par stripping

- ✓ **Enlèvement de bouillon de culture → Le système est fonctionnel le plus longtemps possible (plus d'ABE produit)**
- ✓ Les gaz émis par le système doivent être strippés pour récupérer l'ABE en continu
- ✓ Fermentation et stripping doivent être intégrés

Cadre de l'étude

SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

Butanol peut remplacer l'éthanol comme carburant (biofuel)

Présentement, le butanol provient principalement de sources fossiles **non renouvelables**.

Il faudra éventuellement utiliser d'autres moyens pour le synthétiser → **biotechnologie-bactéries**

La matière première des bactéries peut être des rejets de l'industrie forestière et agroalimentaire (incitation économique)

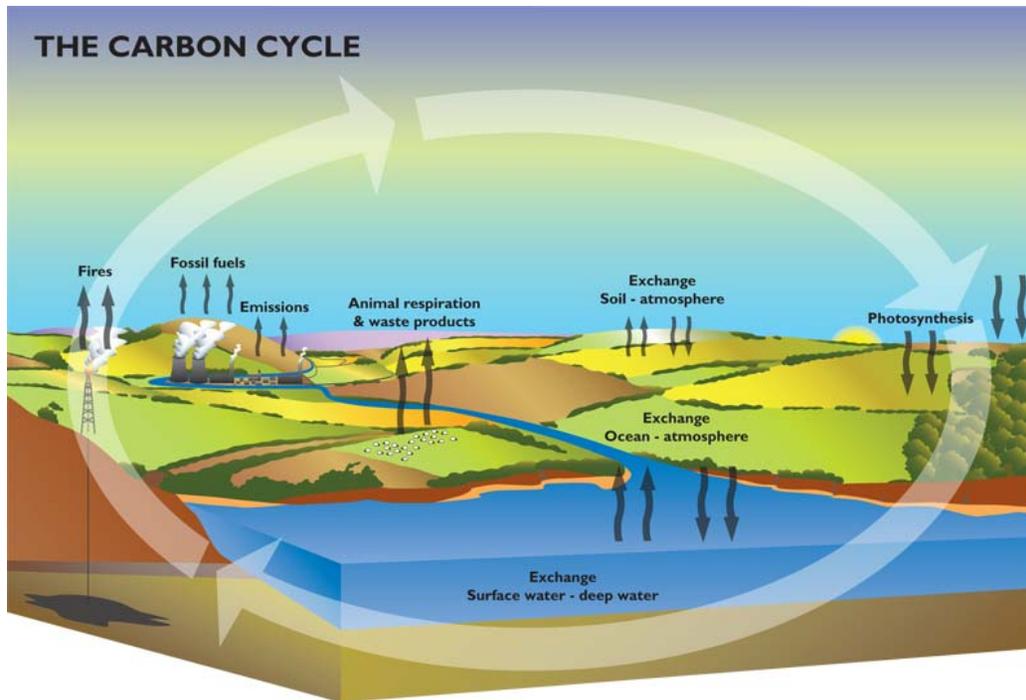
NÉANMOINS....



Cadre de l'étude (suite)

CHANGEMENT CLIMATIQUE

NÉANMOINS....



Bilan de carbone quasi-nul.

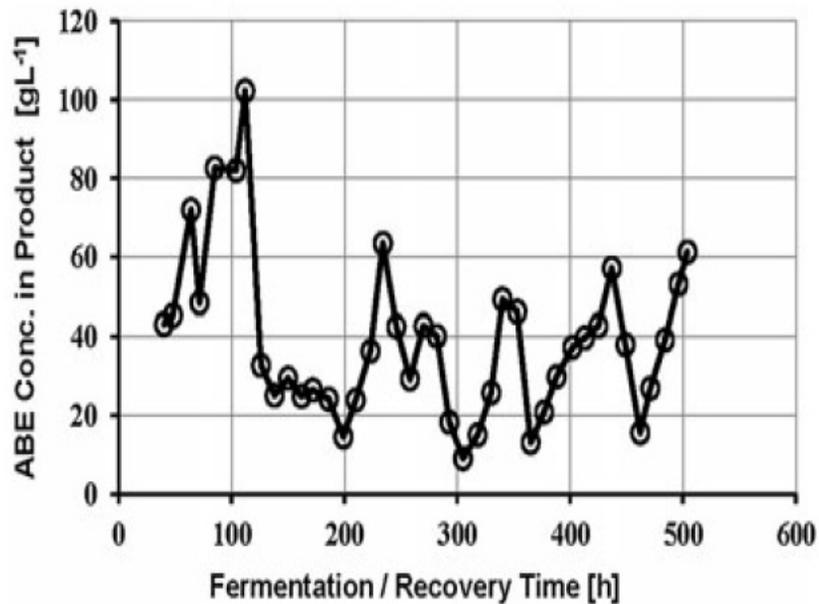
Mais dans 40 ans, il sera trop tard.

Résultat majeur

Table 2 A comparison of various fermentation systems coupled with product recovery by gas stripping

Fermentation parameters	Control (NPR)	With product recovery by gas stripping		
		Batch	Fed-batch	Continuous
ABE produced (g L ⁻¹)	18.4 ± 0.8	75.9 ± 4.55	232.2 ± 11.61	461.3 ± 20.76
Butanol in broth (g L ⁻¹)	11.0 ± 0.5	8.5 ± 0.05	3.7 ± 0.04	4.3 ± 0.04
Total sugar utilized (g L ⁻¹)	47.3 ± 2.05	161.7 ± 11.39	500.1 ± 29.03	1,125.0 ± 53.22
Sugar conversion (%)	78.3 ± 3.0	100.0	95.1 ± 5.0	93.7 ± 2.2
Fermentation time (h)	65 ^a	127 ^a	201 ^a	504 ^b
Productivity (g L ⁻¹ h ⁻¹)	0.28 ± 0.01	0.60 ± 0.04	1.16 ± 0.06	0.92 ± 0.04
Yield (gg ⁻¹)	0.39	0.47	0.46	0.41
Dilution rate (h ⁻¹)	NA	NA	NA	0.03 ^c
References	Batch; this work	[18]	[5]	This work

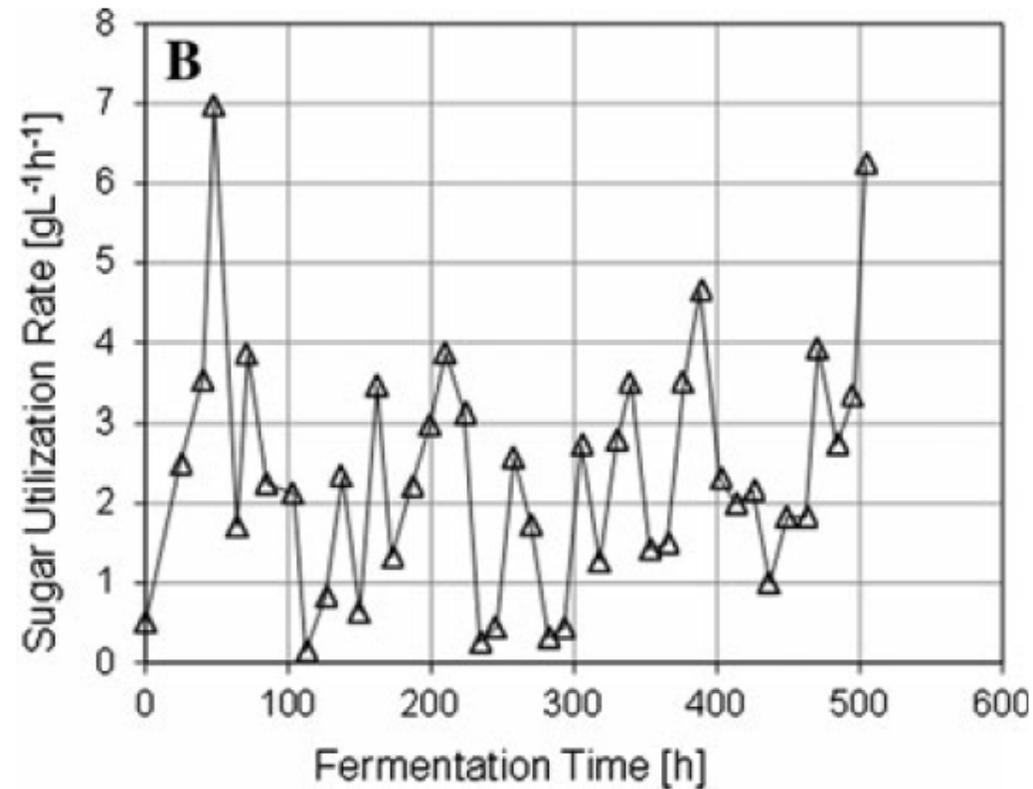
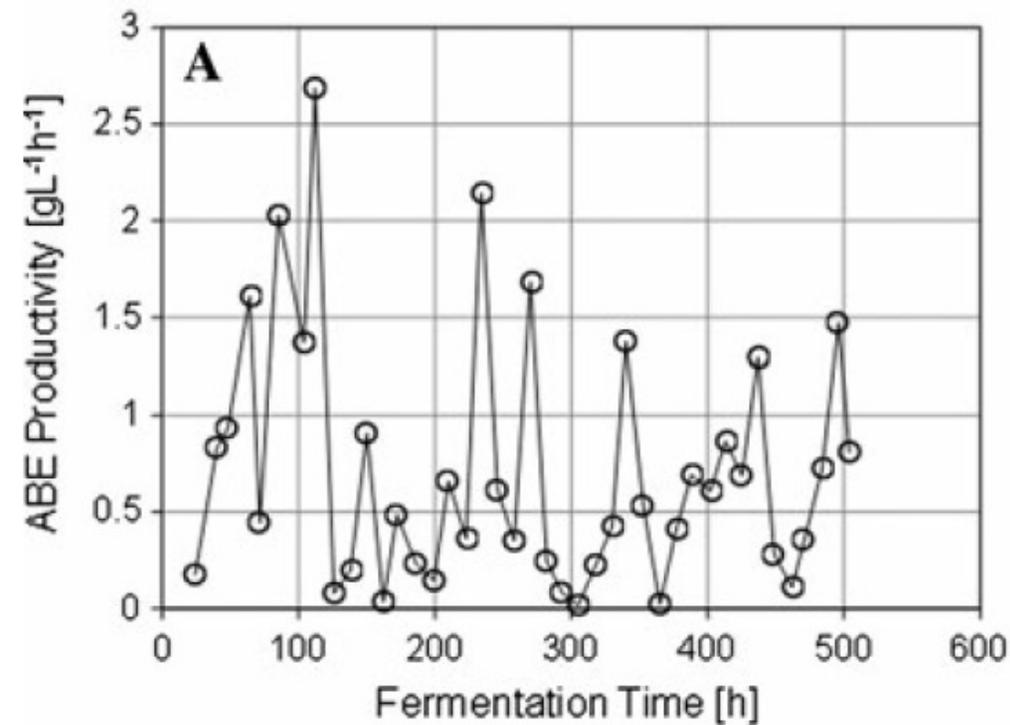
Résultats secondaires



Des hautes concentrations d'ABE peuvent être obtenues (après stripping). La séparation en aval sera plus facile

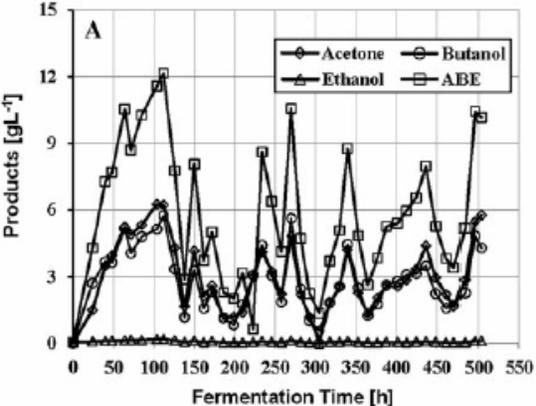
Fig. 4 ABE concentration in the product stream at various fermentation times

Résultats secondaires (suite)

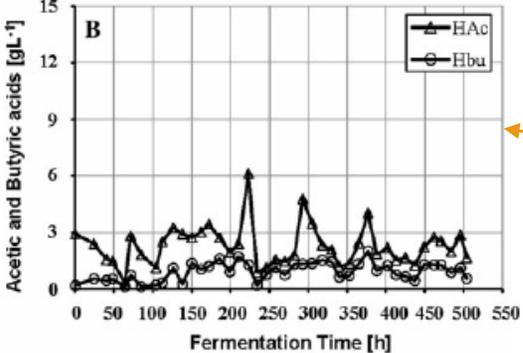


Résultats secondaires (suite)

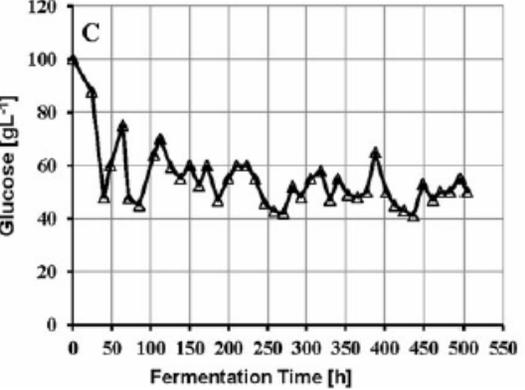
Products



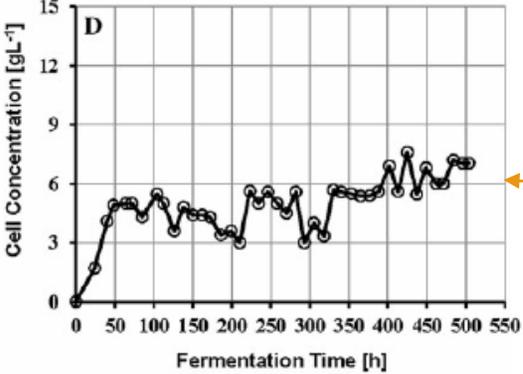
Acide acétique/
butyrique



Glucose



Concentration
cellulaire



Caractère innovateur

"We have seen further it is by standing on the shoulders of giants" (Newton)

1985-2003-

- Plusieurs articles

2003

- Production of butanol by *Clostridium beijerinckii* BA101 and in situ recovery by gas stripping

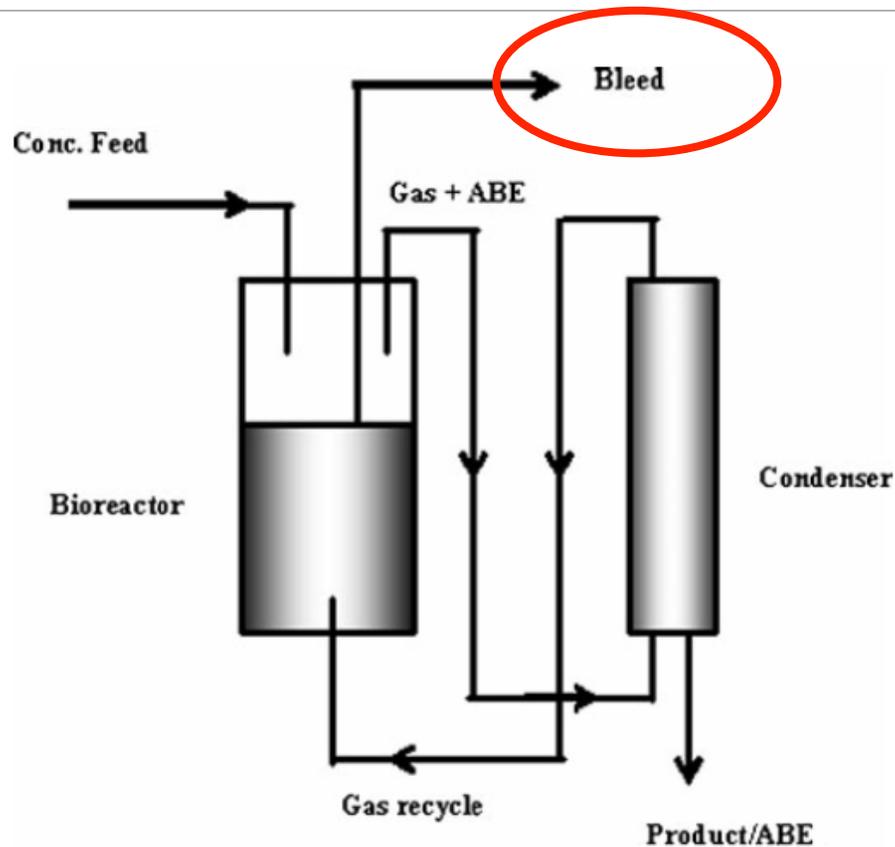
2004

- Acetone butanol ethanol (ABE) production from concentrated substrate: reduction in substrate inhibition by fed-batch technique and product inhibition by gas stripping

2013

- Microbial production of a biofuel (acetone–butanol–ethanol) in a continuous bioreactor: impact of bleed and simultaneous product removal

Caractère innovateur (suite)



Enlèvement de bouillon de culture de façon semie-continue (bleed)

Production en mode « continue » :
L'alimentation est continue, le stripping aussi

Qualité d'analyse des résultats

Analyse juste se rapportant aux résultats de l'étude en question, mais également aux résultats des études précédentes.

L'explication des fluctuations et résultats intrigants sont plausibles. Exemples:

- La culture dans le fermenteur batch de contrôle (sans stripping continu ni bleed) n'a pu utiliser tout le sucre → à cause de l'inhibition par le produit (butanol).
- La fermentation s'est arrêtée dans le réacteur fed-batch (avec stripping des gaz en continu) → à cause d'inhibiteurs indéterminés (sels et autres).
- Les fluctuations des concentrations en ABE dans le réacteur sont attribuées à la concentration des cellules → Effectivement, il y a une similitude dans les tendances des courbes entre les deux graphiques
- Quand le réacteur en mode continu a été arrêté, la concentration en acide en butyrique et acétique diminuait (graphique) → En effet, cela suggère que l'acide était constamment converti en acétone et butanol. De plus ces fluctuations n'étaient pas dues au stripping, car les gaz n'en ont strippé aucun.

Qualité d'analyse des résultats

Bémol

Selon l'article,

Productivité ABE est reliée au taux de consommation de sucre:

Productivité ABE = Taux de consommation de sucre $\times Y_{\text{ABE/sucre}}$

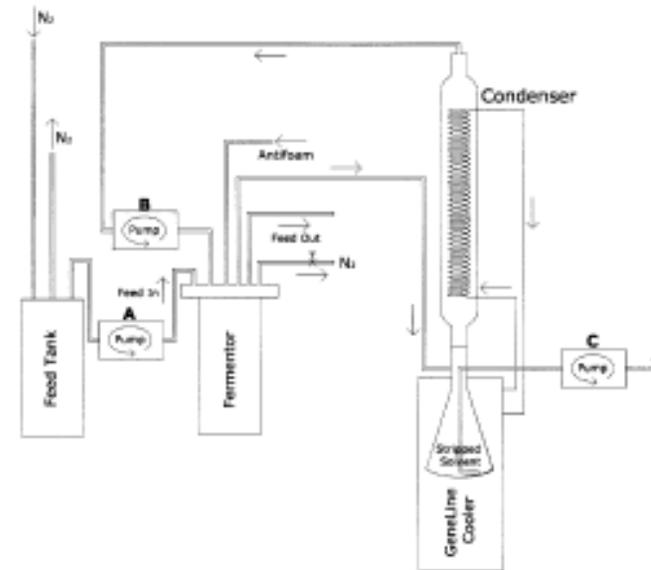
Mais, le taux de consommation de sucre mesuré sert à synthétiser l'ABE et d'autres molécules aussi

Points forts

- Bonne explication du pourquoi garder une concentration cellulaire $< 10 \text{ g/L}$ \rightarrow Plus de 10 g cell./L entraîne plus de butanol, plus grand débit de récupération de gaz, plus de mousse et plus visqueux, stripping moins efficace.
- 2 étapes avant inoculation \rightarrow bon pour s'assurer que les bactéries sont bel et bien dans leur phase exponentielle et vont facilement s'adapter au milieu de culture du fermenteur
- Garder le volume constant (1L) simplifie le procédé et l'analyse des résultats

Points faibles

- Le seul schéma du procédé est très minimaliste. Un schéma plus proche de la réalité aurait été souhaitable
- Possible contradiction:
 - « *When gas production was observed to be less than that produced during active stage of fermentation (such as during initial 24–36 h), P2 medium stock [5, 21] and yeast extract solutions were added at amounts presented in Table 1* ».
 - « *The rate of gas circulation was not a factor contributing to fluctuations in ABE production, as it was maintained constant throughout the fermentation.* »



Points faibles

- Une expérience scientifique publiée devrait contenir assez d'informations pour être reproduite par la communauté scientifique
 - La concentration de glucose alimentée exacte n'est pas donnée, mais bien un intervalle entre 250-500 g/L
 - **Les moments auxquels on "bleed" ne sont pas indiqués explicitement ni la quantité exacte**
 - « Addition of sugar medium and water varied with time and was dependent on rates of sugar utilization, ABE production, and recovery » → Indication vague, pas de volume précis spécifié
- 2 points pour calculer les productivités et les taux de consommation de sucre (graphiques) ? → Insuffisant.
- Glucose dans le bleed a été inclus dans la productivité → D'accord, mais dans l'expérience, ce glucose n'est pas récupérable, cela peut donc constituer un biais de l'expérience.

Points faibles

- Étant donné qu'il y a deux étapes avant l'inoculation et deux inoculum différents (batch et continu), une illustration indiquant leur préparation (sans trop de détails) aurait bien accompagné le texte.
- La méthode employée pour mesurer la concentration de cellules (densité optique) compte aussi les cellules mortes. Afin de soustraire des conclusions entre la productivité d'ABE ou consommation de glucose et la concentration de cellules, il faut tenir compte des cellules vivantes uniquement.

FAIT INTÉRESSANT:

La plupart des articles cités proviennent des mêmes auteurs. On peut voir cela de deux façons : Les auteurs sont des experts (+) ou les résultats n'ont pas encore été repris par les autres membres de la communauté scientifique, donc il faut un peu plus de temps avant que leurs travaux fassent consensus (-).

Validation de la conclusion

Objectif atteint!

La fermentation ne s'est pas arrêtée, sauf intentionnellement.

Le produit est enlevé de la culture en continu.

Le rendement (yield) égale à la valeur maximale théorique (41 g ABE/ g Glucose).



Recommandations pour améliorer l'étude

UTILISATION D'INDICATEUR O₂



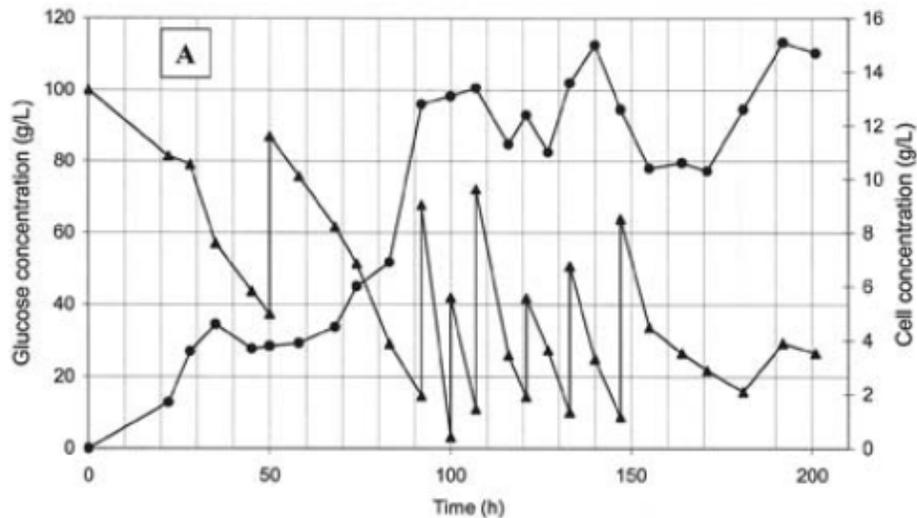
INJECTION DE N₂ DANS LE DEUXIÈME MÉDIUM AVANT INOCULATION

Prend maximum 30 min comparé à 48 heures dans une chambre anaérobie

Recommandations pour améliorer l'étude

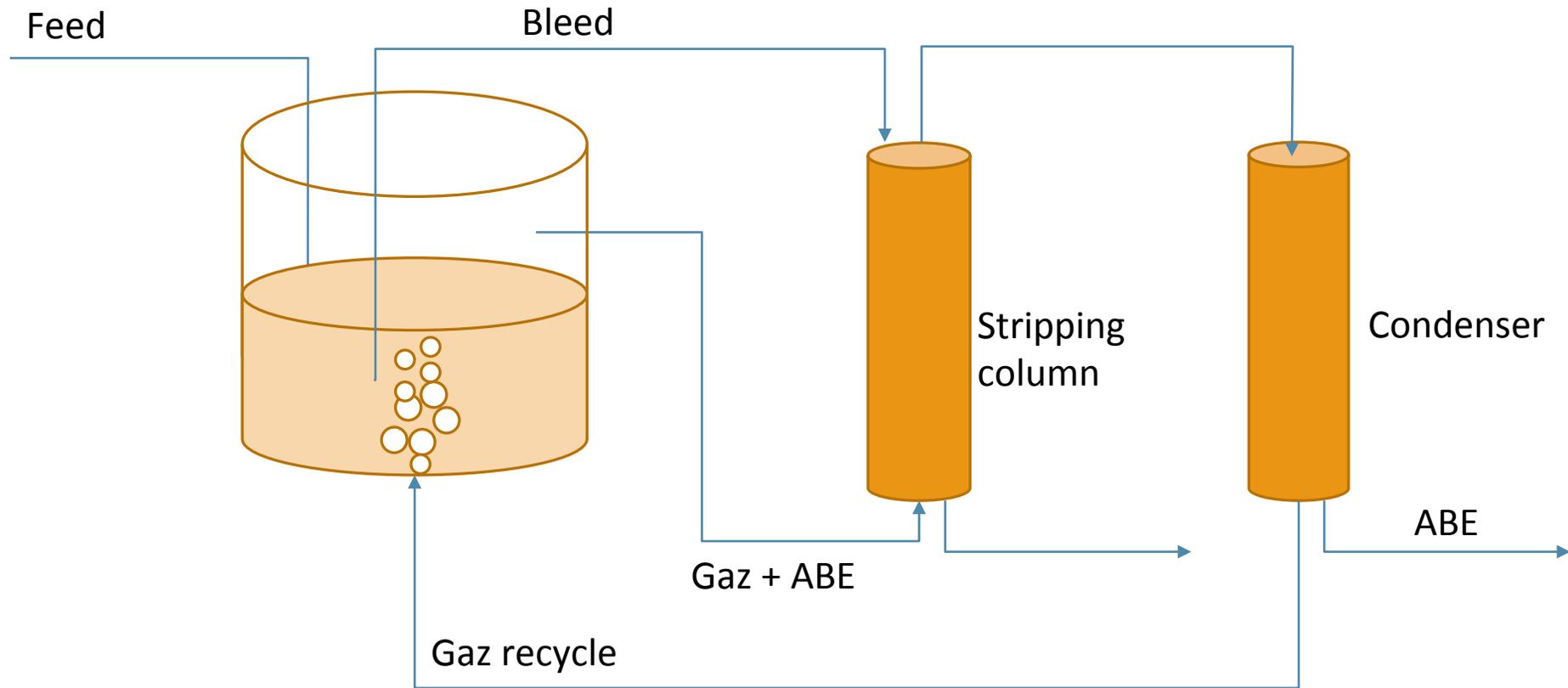
SUPERPOSER DEUX GRAPHIQUES LORSQU'ON AVANCE QU'ILS SONT SIMILAIRES

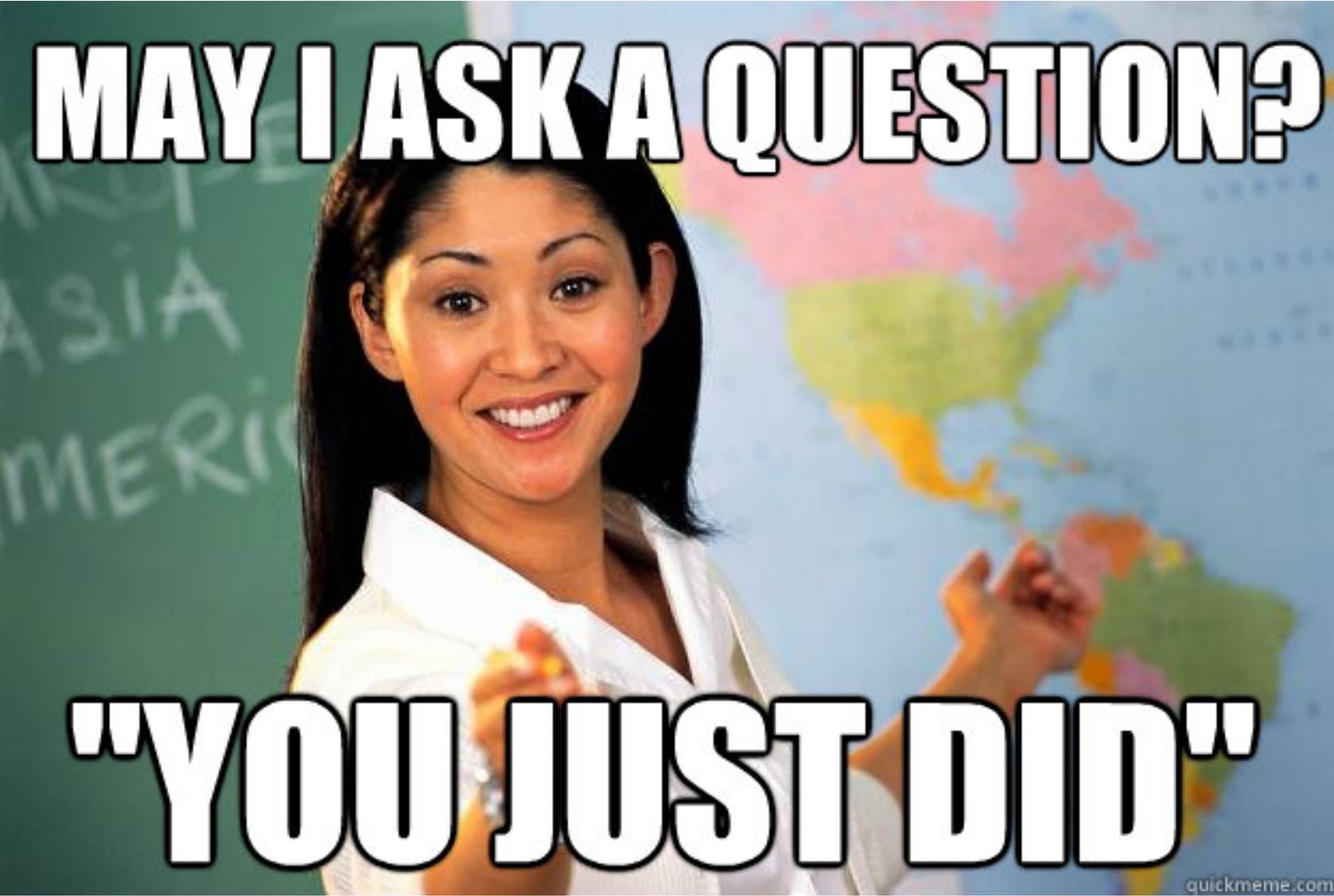
AMÉLIORER LES POINTS FAIBLES



Voir points faibles

Recommandations pour améliorer l'étude



A woman with long dark hair, wearing a white collared shirt, is smiling and pointing her right hand towards a world map. The map is mounted on a wall, showing North and South America in green and yellow. To the left, a green chalkboard has the words 'ASIA' and 'MERIC' written on it. The overall scene is brightly lit, suggesting a classroom or office environment.

MAY I ASK A QUESTION?

"YOU JUST DID"