

Fiche Champignons Greenlab UPMC

[Hackpad Zone-AH! - Blu - GreenLab UPMC](#)

[Fiche Champignons Greenlab UPMC dans la proposition originale envoyée fin septembre 2015 :](#)

[Echanges avec les étudiants](#)

[Besoins spécifiques des chambres de fructification](#)

[Possibilités d'analyse à l'UPMC - échanges mails préparatoires aux analyses et prototypage](#)

[Avancement du projet \(à remplir par les étudiants\)](#)

[Définition des objectifs](#)

[Planification du projet](#)

[Partie I : Module de controle/monitoring d'atmosphères en chambre de culture](#)

[Partie II : Valorisation des drêches et co-produits](#)

[Sources bibliographiques et documentation](#)

[Aspects réglementaires](#)

[Aspects généraux culture de champignons](#)

[Expérimentations ZÉBU Champi](#)

Fiche Champignons Greenlab UPMC [dans la proposition originale envoyée fin septembre 2015](#) :

“4.2.4. Champignons cultivés sur nos déchets : mise au point des outils du ZÉBU (Fiche 4)

La valorisation des drêches de brasseries en substrat pour la production de champignons comestibles comme les pleurotes, est un des axes d'expérimentation du projet ZÉBU dans sa Phase #1. Cette voie de valorisation qui s'appuie sur l'expertise initiale de BLU permet d'envisager la création de champignonnières urbaines commerciales, tout en illustrant parfaitement les modèles d'économie circulaire et de circuits courts sur lesquels se positionne le ZÉBU dans sa zone d'étude initiale (Paris et première couronne). Une partie du gisement de drêches à évaluer sera ainsi retirée des flux de déchets ménagers urbains avec lesquels elles étaient collectées jusqu'à présent¹, en les utilisant pour faire pousser des pleurotes. Le substrat usagé, après deux, trois ou quatre générations du champignon, pourra être réutilisé. Entre autre en compostage, en amendement des sols agricoles urbains et périurbains, ou pour la fabrication de substrats légers et productifs pour le maraîchage et les potagers, sur les toits en particulier. Les drêches mycorhizées pourront également servir avantageusement en alimentation animale, notamment pour les basses-cours urbaines.

¹ La production de drêches des brasseries de Paris et de la Petite Couronne devrait approcher les 1 000 t en 2015 (estimation septembre 2015).

Dans le cadre de l'axe "valorisation des drêches par les champignons", l'équipe du ZÉBU souhaite renforcer son expertise dans ces domaines. Nos expérimentateurs ont besoin à présent d'implémenter un modèle pilote pour de nouvelles générations d'unités de production fongique sur les drêches, de petites tailles et modulaires. Afin d'être opérationnelles, ces unités devront intégrer les contraintes liées à la production en milieu urbain. Elles serviront également à valider des concepts novateurs par l'expérimentation et la R&D.

Notre équipe a par ailleurs besoin de mener des études de caractérisations chimiques et biochimiques de la drêche à ses différents stades de transformation, ceci afin de nous guider dans le choix des meilleurs types de valorisation de la drêche à notre portée. Ces données permettront d'étayer l'argumentaire sur la valeur ajoutée de la matière finale par rapport à de la drêche brute en sortie de cuve, ou d'autres types plus classiques de produits organiques valorisables selon leurs débouchés.

Nous proposons aux étudiants de :

> Participer à la conception et l'implémentation d'unités pilotes de production fongique (sur une base urbaine, lowcost et possiblement modulaire) tout en accompagnant la conduite de plans d'expériences visant à les rendre opérationnelles et ensuite améliorer leur performance.

En collaboration avec un porteur de projet déjà partie prenante de ZÉBU en tant qu'expérimentateur. Les différents modules à implémenter dans le cadre de la collaboration avec les étudiants relèveront des aspects suivants :

- a) Constitution d'une unité de production de mycélium
- b) Création d'un module de transformation du substrat et d'inoculation du mycélium (essais de formulations de drêches, conception et optimisation de matériel et des processus de pasteurisation).
- c) Implémentation de chambres d'incubation et de fructification à atmosphères contrôlées (humidité, température, procédé de préparation) pour différentes espèces cultivées.

Les points b) et c) ont pour objectif de :

- Réduire les risques et améliorer la prévention du développement des "maladies" et le trichoderma.
- Optimiser la croissance des champignons.

d) Autres aspects : contrôle qualité / Hygiène Sécurité & Environnement / études sur les aspects réglementaires / étude des modèles logistiques."

Echanges avec les étudiants

Réunion 16/10/2015 - discussion Johanna / Jean-Paul

- c'est le sujet concernant l'implémentation d'unités pilotes champignonnières qui a été retenu
- concernant le sujet d'étude de valorisation des drêches et substrats de champignonnière Johanna peut toutefois jeter un oeil aux aspects réglementaires (amendements organiques, cadre de valorisation, etc.) car c'est le type de sujet qui cadre avec ses projets futurs et passés (stage prévu à [l'ANSES](#)) ; Johanna : possibilité de réaliser des analyses de métaux lourds à l'UMPC : définir quels essais et voir complémentarité avec d'autres études éventuelles extérieures à l'UPMC
- le rendu consiste toutefois en un prototypage (ou bien module de pasteurisation ou bien module de fructification)
- le module à prototyper reste à définir en fonction du temps de réalisation nécessaire et de l'échéance de la soutenance au 11 janvier
- possibilité d'utiliser les compétences du FabLab et d'étudiants en licence pour développer un système de contrôle et monitoring d'atmosphères (température / humidité / CO2 / O2) idéalement en mode connecté : voir avec l'autre groupe qui a une problématique similaire en aquaponie.
- Jean-Paul : je louerai une des serres du GreenLab pour la fructification dans les prochaines semaines

Réunion 26/10/2015 - discussion Johanna / Ombeline / Camila / Jean-Paul

- Objet : affinage du cadre
- Ombeline fait un Master d'écotoxicologie, les aspects d'évaluation des drêches, substrats de champignonnière à base de drêche et champignons sont des points qui l'intéressent
- après avoir passé en revue les orientations possibles du projet étudiant il semble tout à fait envisageable de mener en parallèle deux volets pour le rendu du 11 janvier :
 - Accompagnement pour la réalisation de modules de contrôle d'atmosphère des chambres de fructification de champignons : voir collaboration avec le PMC Lab, étudiants de Licence ; voir aussi les contacts/partenaires (P2P et Jeune Pousse). Le rendu pourra consister en la définition détaillée du cahier des charges du système de contrôle, les plans de montages, et éventuellement la réalisation de ce module si le temps le permet.
 - Le second volet consistera dans la revue des cadres réglementaires potentiels et la génération de données toxicologiques (analyses) ou autres nous aidant à valoriser nos drêches et/ou champignons sous toutes ses formes.
- prochaines étapes
 - faire une session formation Gantt (JPA/Camila ou autre) avec un logiciel libre qui reste à définir (Novembre)
 - Johanna/Ombeline : redéfinir plus précisément les objectifs des deux volets, faire une revue des capacités d'analyse chimiques pour le volet "Valorisation",

rentrer en contact avec les autres étudiants du projet "Aquaponie" et le PMC Lab pour coordonner les efforts sur le volet "Contrôle d'atmosphère en chambre de fructification)

- Johanna/Ombeline : démarrer déjà un plan d'action, une tâche qui nécessite pas attendre la formation Gantt. Elle permet d'identifier ce qui est réalisable dans les délais donnés. A voir si les analyses peuvent être menées sur des kits déjà fabriqués au printemps pour ZÉBU et/ou si d'autres peuvent être lancés dès à présent pour être exploités avant la fin du projet (début janvier) ; définir un plan d'étude : type d'intrants pour la préparation du substrat, niveaux d' "épuiement" du substrat, etc ; concernant ce dernier point, les analyses du substrat de compost de champignonnière devraient intégrer une matière proche de la réalité (on effectue généralement 2, 3 volées ou plus sur le substrat, ce qui peut s'étaler sur plusieurs mois ... compatible avec le 11 janvier ??)
- JPA : prévois d'utiliser une des chambres de culture de la serre du GreenLab pour faire de la fructification ; la préparation du substrat et l'inoculation du mycélium se fera dans un lieu à définir ; les étudiantes pourront suivre le processus.

Besoins spécifiques des chambres de fructification

Utilisation pailleuse du GreenLab

Pour être sûr que la serre est ok pour de bonnes conditions de fructification il faut faire attention au taux de renouvellement d'air dans la pièce. Pour des conditions optimales, l'idéal serait d'avoir 10 renouvellements d'air minimum par heure (au minimum 4 à 5x/h). Concernant les serres, il n'y a que des systèmes d'ouverture de plafond (qui s'ouvrent automatiquement ou peuvent se bloquer) ; en mode "ouvert bloqué + porte du sas non complètement fermée", alors ça pourrait convenir, mais on s'éloigne du modèle idéal, surtout qu'un bémol est apparu par la **présence d'une ouverture d'évacuation d'eau en plein milieu de chaque compartiment qui est typiquement un nid de germes propice à venir contaminer les cultures**, d'autant plus que l'environnement humide est propice aux mousses vertes constatées dans l'eau stagnante de même couleur : l'utilisation de la pièce du fond est préférable.

Pour les conditions de température, les serres semblent bien climatisées et permettront de contrôler dans une plage allant de 16 à 20°C

Pour l'humidité, un système d'humidification indépendant permettra d'atteindre des valeurs pouvant monter jusqu'à 80-85% ; le système d'arrosage capillaire goutte à goutte installé dans la serre n'est pas adapté. Il s'agira donc d'utiliser des bacs d'eau ouverts, à l'intérieur desquels une sonde flottante ultra-sons vaporisera une brume ; elle sera branchée au secteur au travers d'un interrupteur minuteur automatique 24h pour lancer des cycles d'humidification par tranches de 30min ; un système de contrôle d'hygrométrie avec option min-max est rudimentaire mais sera utilisé pour commencer.

Concernant la lumière, il faudrait éviter une exposition directe : il y a un système d'occultation à laisser probablement en position quasi-fermé (si nous louons une demi tablette, l'autre sera-t-elle utilisée par quelqu'un d'autre - comptabilité des conditions à mettre en place avec le jardinier).

Conclusions : les conditions des serres ne sont pas idéales pour les raisons suivantes a) taux de renouvellement d'air non maîtrisable b) présence d'évacuation d'eau au sol (source de contamination) ; pour mener une étude de fructification de champignons reproductible, l'idéal serait un système clos d'étagères à poser sur l'une des pailles et équipée d'un système de ventilation intégré, permettant d'introduire de l'air propre car filtré avec un système de filtration HEPA.

Possibilités d'analyse à l'UPMC - échanges mails préparatoires aux analyses et prototypage

[Mail Ombeline 8/12/2015] :

“Nous avons la possibilité de procéder à des dosages d'azote et potassium. Pour cela nous aurions besoin de drèche prélevée avant la mise en culture des champignons et après une récolte de champignon. Nous avons besoin d'environ 10 grammes pour chaque prélèvements.”

[Mail Johanna 9/12/2015] :

“[...] tubes Falcon pour prélever des échantillons de drèches qui seront analysés ensuite.

On aimerait débiter des expériences de test d'hygrométrie afin de déterminer le taux d'hygrométrie optimale pour la culture des pleurotes. Après réflexion c'est le seul paramètre sur lequel nous pourrions travailler car ta technique est déjà bien au point. Ces tests donneraient suite à un prototype de culture de pleurotes : une boîte noire dans laquelle une sonde pourrait mesurer l'hygrométrie et être reliée à un brumisateur pour contrôler le taux d'humidité que l'on veut.

Pour faire ces tests on aimerait mesurer la croissance des carpophores selon différents taux d'humidité mais quelques questions se posent:

- Tout d'abord, as tu des substratsensemencés qui sont près à se développer en carpophore ? tu nous avais expliquer qu'il fallait le changement d'un paramètre comme la lumière pour déclencher la fructification, on aimerait avoir des échantillons à ce stade de modification de paramètre.
- D'après toi, serait il possible de réaliser ces expériences sur deux semaines ? Est-ce que deux semaines représente un lapse de temps suffisant pour un bon développement des carpophores ? (d'après nos souvenirs de notre RDV, oui).
- Enfin, nous voulons commencer ces expériences lundi 14/12.”

[Mail Ombeline 9/12/2015]

“Nous pouvons réaliser des tests de teneur et nutriments et minéraux sur les drèches début janvier :

Pour ce faire nous avons besoin :

- d'échantillons de drèches (avant et après culture de champignons) à conserver dans des sacs de congélation propre. Retourner le sac sur la main, prélever puis retourner le sac (pour ne pas toucher la drèche avec les mains)
- d'échantillons d'eau de lixiviation des drèches (avant et après cultures de champignons) c'est à dire l'eau qui ruisselle des drèches (en évitant qu'il y ai des

morceaux). Ces échantillons liquides sont à conserver dans des tubes en polyéthylène. Pour cela nous devons nous voir car c'est nous qui vous fournirons les tubes.

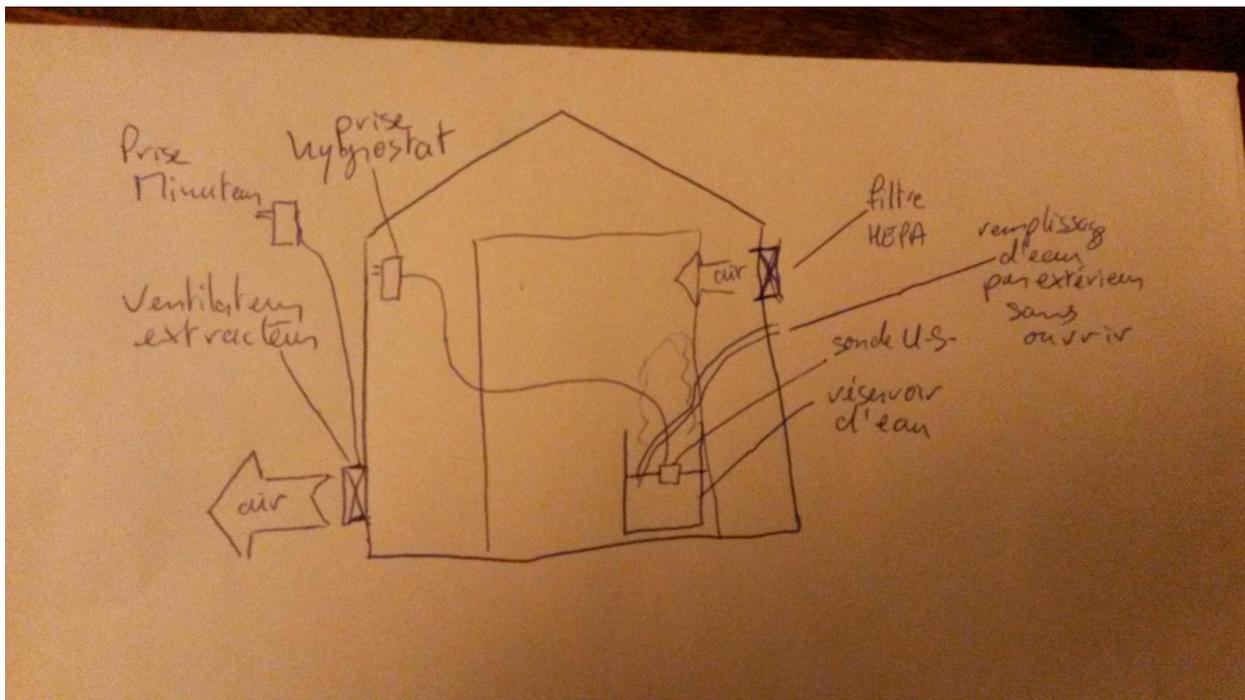
De plus pouvez vous nous expliquez ce que vous faites concrètement dans les serres UPMC ? Nous aimerions savoir si nous pouvons participer ou peut être pourrions nous avoir des idées intéressantes.”

Avancement du projet (à remplir par les étudiants)

Définition des objectifs

Planification du projet

Partie I : Module de controle/monitoring d'atmosphères en chambre de culture



Concept : boîte dans la boîte

- la température n'est pas contrôlée dans la boîte - l'extérieur est tempéré ou régulé lui même
- la boîte est de type "serre de balcon" ou bien structure PVC légère entourée de film plastique scotché
- de l'air filtré (HEPA+préfiltre) doit être apporté d'un côté
- la ventilation de sortie va être chargée en humidité (imaginer un module déshumidification passif <http://temperatureideale.fr/realiser-absorbeur-humidite-artisanal-avec-gros-sel>) et en spores de champignons si la récolte n'est pas contrôlée (mettre au moins un préfiltre en sortie)
- les ventilations d'extraction sont les plus courantes mais si l'étanchéité n'est pas bien assurée, de l'air contaminé va pénétrer ; imaginer plutôt une entrée avec ventilateur qui pousse l'air à l'intérieur

- l'apport d'humidité dans la boîte se fait avec des sondes ultra-sons flottants dans une réserve d'eau et branchées à une prise hygrostat ; le positionnement doit être adapté et l'homogénéité de l'humidité dans la serre contrôlée avec un/des hygromètres indépendants et positionnés à des endroits stratégiques pour effectuer les vérifications

Matériel a minima 130€

Serre de balcon 30€	Brumisateur 1 tête 20€	Prise hygrostat 40€	Réservoir d'eau 20€	Hygromètre 20€
				
une serre de ce type fait 40*70*125 soit 0.44m3	le 3 têtes est dispo ; mais 1 tête devrait être plus adapté			

Matériel additionnel 105€

Extracteur/ Intracteur(?) 2*30€=60€	Filtre HEPA d'aspirateur 20€	Minuteur 5€	Transfo 12V 4.5A 20€
			
https://www.armadia.fr/ventilateur-de-cale-gaines-sorties/13539-ventilateur-ligne-12v-usage-intermittent-tm			

<p>c</p>			
<p>pour la serre de 0.44m3, prévoir capacité 4.4m3/h <> 2.6CFM ; sauf que les ventilateurs de type extracteurs sont trop puissants ; prendre ventilateurs PC ? Celui plus haut est à 2.8m3/h (sous-dimensionné- en mettre 2 ?) et est intermitant, il faut coupler avec un minuteur</p>	<p>en mode "air entrant non forcé" : faire un trou rectangulaire dans la serre et y insérer jointer un filtre rectangulaire.</p> <p>Idéalement filtre qui enlève 99.99% des particules.</p> <p>Surement plus adapté en mode "air entrant forcé" : un filtre rond d'aspirateur connecté directement en série avec le bloc ventilation :</p> <p>http://www.amazon.fr/gp/product/B00CZSC9DG/ref=pd_lpo_s_dp_ss_1?pf_rd_p=556244447&pf_rd_s=lpo-top-stripe&pf_rd_t=201&pf_rd_i=B0009U7E8M&pf_rd_m=A1X6FK5RDHNB96&pf_rd_r=1GV9943D57RQHY5T0T9M</p> 		<p>à voir si adapté à une connection facile au ventilateur et/ou si on peut réguler le débit d'air de celui-ci</p>

Photos 14/12/2015 - JPA/Ombeline 10h-12h30



mail JPA>Johanna/Ombeline 14/12/2015

“Pour la prise hygrostat, normalement elle est conçue pour fonctionner en zone humide ; pour la rallonge si elle est suspendue à l'opposé des projections d'eau il n'y a pas de problème (je t'enverrais des vidéos pour que tu te rendes compte), en tout cas ça se fait ; pour le moment c'est un minuteur placé à l'extérieur on/off par plages de 30min qui déclenche la brumisation : l'idée est de visualiser la condensation sur les parois (voir si flaque au sol) en relevant l'humidité réelle à certains points avec l'hygromètre (en fonction du positionnement du bain d'eau dans un second temps si besoin) ; ce bain a toutefois vocation à retourner près du sol dès que la ventilation sera installée pour faire circuler l'air et donc l'humidité. Ainsi on pourra placer cette rallonge en sécurité (je crois même qu'il y en a des étanches, si vous avez le temps de vérifier ça sera utile)

Pour l'emplacement des filtres, il y a donc 2 options (et demi) : pour le moment peut-être pouvez vous commencer par faire des schémas

Option A : filtre HEPA rectangulaire+préfiltre pour l'air entrant ; attention étanchéité nickel partout (risque d'entrée poussières) ; +ventilateur extracteur circulaire ;

Option B : ventilateur inducteur avec préfiltre positionné verticalement, gaine/passage par HEPA ? sortir en hauteur ?

Option B' : idem mais avec HEPA cylindrique pas encore commandé

Partie II : Valorisation des drêches et co-produits

Les co-produits qui pourraient rentrer dans le champs d'étude sont :

- drêche brute issue de brasseries parisiennes (BAPBAP, Brasserie de la Goutte d'Or, La Montreuilloise, etc)
- substrat épuisé de champignonnière (standards vs drêche)
- composts divers (provenant de ceux disponibles à l'AgroCité de Colombes qui héberge l'Ecole du Compost) : compost classique, compost bio, lombricompost à base de drêches et compost issu de toilettes sèches

L'idée pourrait être de planifier avec Gantt un plan d'action mentionnant les analyses que vous aurez pu faire d'ici là et voir si en apportant d'autres produits début janvier (tels que les composts de l'AgroCité), à quelle date tomberaient les résultats.

Sources bibliographiques et documentation

Aspects réglementaires

- http://www.centre-diversification.fr/client/20026/prod/P_0_20026_209_1417452838.pdf
résumé / points importants :
- <http://www.60millions-mag.com/content/download/1357/10495/version/1> résumé / points importants : étude de la radioactivité / teneurs en métaux lourds / bromure sur des champignons distribués en France (principalement issus de cueillette)
- <http://bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/La-reglementation-francaise-sur-la-valorisation-agronomique-des-dechets-organiques> résumé / points importants : La REGLEMENTATION française sur la valorisation agronomique des DECHETS ORGANIQUES (plus dispo sur internet - voir la copie ici : https://www.dropbox.com/s/w0jac93h4o51zty/reglementation_DO.doc?dl=0)

Aspects généraux culture de champignons

- <https://decroissons.files.wordpress.com/2014/04/la-culture-des-champignons-a-petite-ec-helle.pdf>
- Pinterest sur les Champignons de Zone-AH! [Champi](#)
- Pour une vidéo d'une installation intéressante
https://www.youtube.com/watch?v=U_M8RiN7jLc

Expérimentations ZéBU Champi

1. printemps/été 2015 : premiers essais de formulation
<https://drive.google.com/open?id=1WIBn7hg0KIb0XXF1jnN40Pq-ZloV7e83EBJh7f0TaPw>
2. novembre 2015 : essais de pasteurization en bacs
<https://www.flickr.com/gp/49722195@N04/63CRA2>