



CIVAM

LIMOUSIN



Compte-rendu – Raisonner l'utilisation de l'énergie sur la ferme Intervention d'Andy Williams (*L'Art des Champs*) 14 septembre 2021

Avertissement. Ce document est un compte-rendu subjectif des échanges et des expériences des personnes présentes, il ne saurait remplacer une visite et une discussion sur le lieu et avec les paysans concernés.

Attentes des paysans :

- Dans le cadre d'agriculture vivrière, volonté de réduire l'énergie consommée sur la ferme que ce soit pour les cultures potagères en serre, pour la confection de conserve, pour le chauffage de la maison d'habitation, pour la cuisson. Limites des méthodes traditionnelles type cuisinières à bois, cheminée.
- A titre professionnel, utilisation de l'énergie pour certaines activités comme cuves de macération pour les plantes tinctoriales

Table des matières

1. Introduction aux principes sur l'énergie.....	2
1.1. Trois sources d'énergie.....	2
1.2. La double combustion.....	2
2. Serre bioclimatique.....	3
2.1. Comment se comporte l'ambiance thermique et hydrométrique dans la serre ?.....	3
2.2. Comment maintenir de l'humidité dans la serre ?.....	3
2.3. Comment conserver la chaleur dans la serre ?.....	3
2.4. Exploiter les espaces dans la serre.....	4
3. Chauffe-eau solaire.....	5
3.1. Principes.....	5
3.2. Méthode d'autoconstruction.....	5
4. Rocket stove.....	6
4.1. Principes.....	6
4.2. Méthodes d'autoconstruction.....	6
5. Poêle de masse.....	7
5.1. Principes.....	7
5.2. Méthode d'autoconstruction.....	8
5.3. Quels risques ?.....	10
Ressources générales.....	11

1. Introduction aux principes sur l'énergie

1.1. Trois sources d'énergie

- **Convection :**

- Mouvements qui animent un fluide ou de l'air et implique le transport des propriétés au cours du mouvement
- Forme de chaleur la moins efficace car revient à chauffer de l'air.

- **Conduction**

- Pas de déplacement de matière : transfert thermique provoqué par une différence de température entre deux matières. La chaleur est transmise entre une matière chaude et une matière froide, le froid est transmis du froid vers la matière chaude. Il s'agit de l'énergie cinétique d'un atome qui est transmis à l'atome voisin.
- La chaleur est conduite par le matériau, qui conduit plus ou moins.

- **Rayonnement :**

- Il s'agit du rayonnement électromagnétique de la matière.
- Comme le rayonnement du soleil, cette énergie peut traverser l'espace. C'est l'énergie la plus efficace, c'est là où l'on conserve la chaleur le plus longtemps.
- Elle est utilisée pour l'isolation des fondations dans les maisons bioclimatiques : brique, pierre, argile, béton qui restituent la chaleur plus lentement.

→ La première énergie économisée est celle qu'on ne dépense pas !

1.2. La double combustion

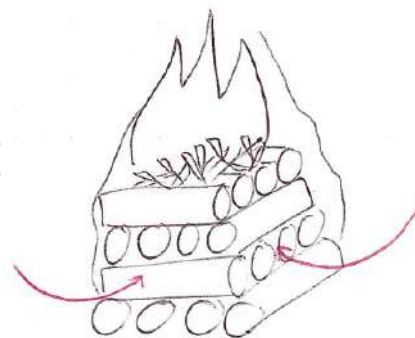
- **Combustion classique :**

- On place des bûches sur des braises. Le contact du bois avec les braises génère de la fumée. C'est l'augmentation progressive de la température qui transforme la fumée en flamme.
- Risque de choc thermique : la fumée fait dépôt sur les tuyaux du poêles et peut provoquer un incendie.



- **Double combustion :**

- On place un empilement de grosses bûches. Puis du bois de plus en plus fin en haut. On allume les fagots du haut.
- Le feu descend au fur et à mesure les étages de bois. Air et fumée passent par le dessous. Les fumées passent par la flamme, se réchauffent et deviennent flamme.
- On a donc moins de fumée qui ressort par la cheminée.



Ressource :

- Explication sur les 3 types de chaleur et la combustion complète : <https://youtu.be/QUWqcvIG8dQ>

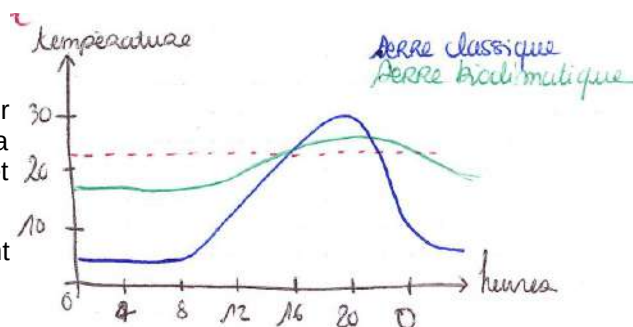
2. Serre bioclimatique

2.1. Comment se comporte l'ambiance thermique et hydrométrique dans la serre ?

- 2 problématiques :

- Il va faire **très chaud et très vite**, et la température va diminuer rapidement quand il n'y a plus de rayonnement solaire. On va essayé de stabiliser la température tout au long de la journée, et notamment le matin pour prévenir les gelées.

- L'**humidité diminue** rapidement du fait de l'environnement clos. Il faut rapporter de l'eau d'une manière ou d'une autre.



2.2. Comment maintenir de l'humidité dans la serre ?

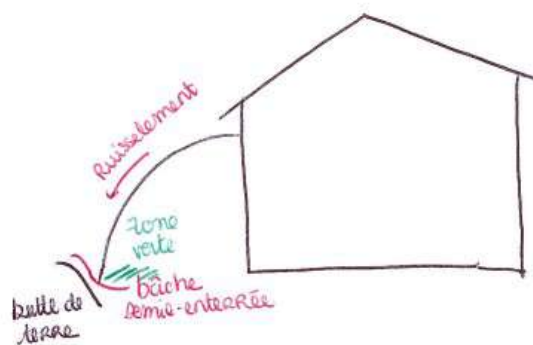
- **Système-D :**

- Placer des poubelles noires de 100L remplies d'eau → maintien de l'humidité dans la serre et permet de poser planche à semis

- Attention, risque de gelées à mesure que l'on s'éloigne des poubelles

- **Bâche pour conduire le ruissellement dans la serre :**

- Lors d'une pluie l'eau ruisselle sur les parois de la serre. Enterrer une bâche sous la parois permet de conduire cette eau sous la serre → création d'une zone verte à chaque fois qu'il pleut



- **Intégration de la phytoépuration :**

- Intégrer la phytoépuration directement dans la serre permet de créer un volume d'eau dans la serre.

- Les plantes apportent de l'oxygène dans l'eau, ce qui favorise la vie microbienne et donc le nettoyage de l'eau.

- On peut également y placer sa salle de bain.



2.3. Comment conserver la chaleur dans la serre ?

- **Adossé à un bâtiment :**

- Utiliser ou plusieurs des murs d'un bâtiment de pierre permet d'emmagasiner la chaleur de radiation solaire dans les murs et qu'ils le restituent lorsque la température baisse

- Dans le cas d'Andy, la serre est adossée à une cabane en bois (qui n'est pas une matière qui stocke et irradie la chaleur). Il a donc placé des ardoises sur le long des murs.

- **Tout ce qui est lourd et volumineux participe au chauffage :**

- Cuves de récupération d'eau de pluie
- Poubelles noires
- Andy a placé ses cuves sur un socle constitué de pneus remplis d'argile tassées. Cela apporte de la masse, du noir et donc de la chaleur, en plus de permettre l'écoulement de l'eau par gravité.

- **Sur les murs :**

- Murs tapissés d'ardoises : la couleur noire et la matière emmagasinent la chaleur, ce qui permet une meilleure radiation par rapport au bois de la cabane d'Andy
- A terme, l'objectif est de recouvrir ce mur d'enduit terre/paille qui a aussi un pouvoir de radiation
- Ajout de draps autour des planches de semis lors qu'une nuit s'annonce particulièrement froide

- **Jouer avec l'orientation de la serre :**

- La serre d'Andy est adossée aux 2 murs Est et Sud de sa cabane. Cela permet de bénéficier du rayonnement solaire du matin et du milieu de journée, et d'éviter le rayonnement du soir (à partir de 16h) qui est celui qui fait trop monter la température.
- Les cuves sont à l'est pour chauffer l'eau qui est gelée ou froide dès les premières chaleurs du matin. A partir de midi, il n'y a plus de rayonnement direct sur les cuves ce qui l'empêche de monter trop en température.
- Abrite des vents froids en hiver (dépend de la localisation du terrain).

2.4. Exploiter les espaces dans la serre

- **Mur est :**

- Tout ce qui est de l'ordre de l'eau : phytoépuration, cuve de rétention d'eau
- Cuves noires (150€) : l'eau reste propre car sa température monte jusqu'à maximum 12°C en été. Elle permet de faire la vaisselle, mais n'est pas consommée. Attention, le maintien de cette température n'est possible que parce que la cuve reste pleine et que l'eau est régulièrement réapprovisionnée.
- Cuves blanches : l'eau monte en température en été et est impropre à la consommation et à son utilisation domestique. Ces cuves sont cependant moins chères (50€) ; une alternative est de les couvrir avec une bâche agricole noire.

- **Murs au sud :**

- Pour les plantes : quelques plantes au sol qui ont besoin de chaleur dans la serre + les planches de semis de printemps sur des solives (ermet d'exploiter l'espace en hauteur).
- Séchage des légumes : ces mêmes planches qui reposent sur les solives permettent aussi le séchage en été de certains légumes (oignons notamment)
- Pour le confort des habitants : le banc du poêle de masse se trouve le long de la paroi sud, elle offrira un coin chaud et confortable pour la détente à toute la famille en hiver.

3. Chauffe-eau solaire

3.1. Principes

- **Fonctionnement :**

- 1,5L d'eau dans chacun des 2 panneaux.

- Activation manuelle ou programmation du circulateur pour renouveler l'eau dans le circuit toutes les 5 min. Permet de remplir le bidon et de faire chauffer toute l'eau du chauffe eau lors d'une journée ensoleillée.

- **Possibilité de coupler le circuit avec la serre bioclimatique :**

- L'eau est chauffée le jour par le soleil, puis stockée dans une cuve et la chaleur est restituée la nuit.

- Voir les études menées par Hervé COVES

- Pour **prévenir les gelées** : vidanger le circuit avant les nuits qui s'annoncent fraîches

3.2. Méthode d'autoconstruction

- **Matériel :**

- Récupération d'un ancien chauffe-eau qui ne fonctionne plus

- Circulateur et raccord neufs

- Tuyaux noirs en PVC

- **Pour les panneaux :**

- Cadre en bois avec en dessous une couche d'isolant (empilement de brique TETRAPAK avec alu vers le dessus possible, isolant mince en multicouche alu), puis une couche d'ardoise d'Espagne fixées avec des vis à plac.

- Le circuit de tuyau est posé sur les ardoises et maintenu écarté pour répartir la chaleur.



Circuits de chauffage d'eau



Ballon d'eau : captage depuis la tonne à eau dans la serre, stockage, circulation vers les panneaux et retour au stockage ou utilisation en direct via le robinet

4. Rocket stove

4.1. Principes

- Fonctionnement :

- Préchauffage du bois dans le foyer en L → oxygénation → la fumée produite devient flamme → Sortie : chaleur, pas de fumée, tout petit dépôt de suie

- Allumer par le haut pour que la flamme reste en haut

- Ne pas mettre de bois après l'allumage car ça fumera

- Ne pas mettre trop de bois pour ne pas boucher l'arrivée d'air, demande à être réalimenté souvent

- Donc pratique pour **cuisine et stérilisation**, pas pour le chauffage d'une maison.

- Alimentation :

- **Bois de récupération** : cagettes, chutes de travaux (chevrons, lattes), même le bois de mélèze convient

- **Bois à couper avec sécateur** : acacia et châtaignier (plusieurs tiges après recoupe, permet de prolonger la vie des arbres), noisetier, fruitiers qui repoussent

- **Efficiace** (sur le modèle d'Andy) :

- Pour passer de 10°C à 100°C et chauffer 25L, il faut 71min

- Pour calculer la puissance de son chauffage : regarder dans un tableau de conversion le nombre de calories nécessaires pour chauffer 1L d'eau permet de donner la puissance en kW/h



4.2. Méthodes d'autoconstruction

- **Métal** :

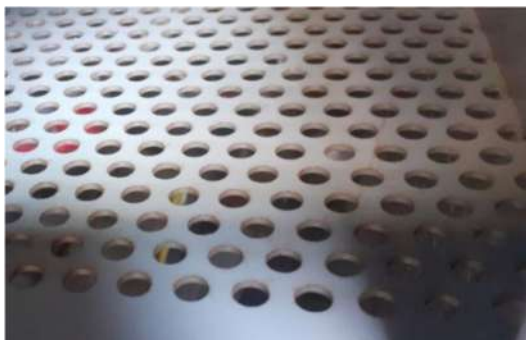
- Déchetteries professionnelles comme SOROCFER à Brive

- Extincteurs, récupération de bouteilles de gaz vide. Attention, il faut les remplir d'eau pour les vider. Et il faut être équipé de clé à molettes solides !

- **Foyer** : il mesure 20cm x 20cm, dont 1/3 est sous la grille et 2/3 pour le combustible.

- **Grille** : il est important de respecter un ratio de 50/50 entre les parties pleines et vides, réparties de façon homogènes. Cela permet de laisser passer l'air sans être obstruée par la braise.

- **Cheminée** : diamètre 15cm, diamètre externe de 18cm avec double paroi (qui est optionnelle). Le tube est de 4mm d'épaisseur qui permet de supporter le bois des conserves. Pour le haut de la cheminée, on peut boucher avec des disques de frein qui sont résistants et laissent passer l'air.



Ressources :

- Voir le plan en PJ pour en fabriquer
- Premier rocket d'Andy : <https://www.youtube.com/watch?v=s3vtRQmpqRI>
- Pour ceux et celles qui ont le budget, Cédric est chaudronnier et forgeron à Glanges (87) et il propose de fabriquer un rocket pour 400€.
« Le prix peut sembler fort mais, ayant fabriqué des rocket stoves à la chaîne aussi, je confirme que c'est loin d'être du vol, vue la durée de vie de l'objet et que la fabrication sera professionnelle. »
Son contact : frapacho87@gmail.com, 0678667656
- Pour retrouver le Rocket stove camping montré par Andy : rechercher « rocket stove modèle camping »

5. Poêle de masse

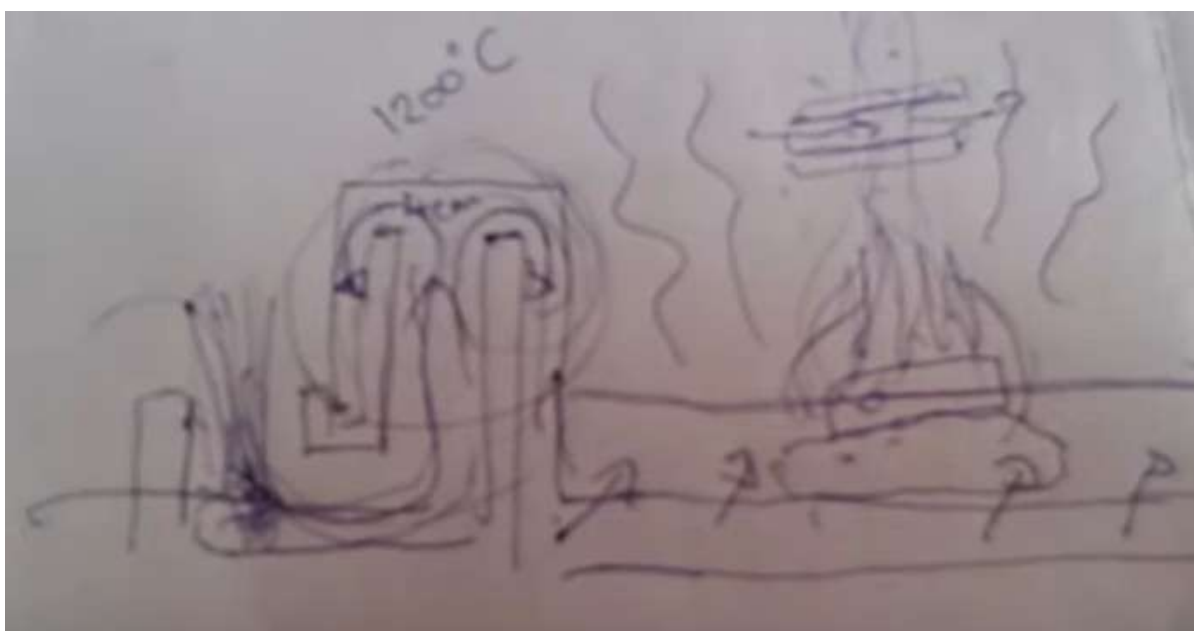
5.1. Principes

- **Chauffage de la maison, d'une serre :**

- A partir de 2h de combustion, 8 à 10h de radiation dans la pièce
- 2m3 de bois de sapin permet de chauffer une maison de 100m2 pendant un hiver

- Les 3 T de la **combustion complète** :

- **Température** : 900°C à la combustion, 600°C en haut du riser, 450°C dans la grotte, 40 à 100°C à la sortie
 - **Temps** : + on garde la flamme dans le circuit, + les calories sont utilisées
 - **Trajet** : + le trajet est alambiqué, + cela provoque des turbulences et frictions
- Il faut alimenter régulièrement le poêle et donc prévoir de rester à proximité



5.2. Méthode d'autoconstruction



1. Entrée du bois



2. (Reconstitution de) Foyer

- Réutilisation des briques réfractaires de chauffage électrique
- Isolation du bas : roche volcanique



3. Riser

- La cheminée est constituée d'un vieux ballon d'eau chaude, ainsi que de briques.



4. Cloche

- Récupération d'un bidon métallique
- Maçonnerie avec de l'argile lisse et sans cailloux → permet de découper proprement si on veut retirer la cloche. + le bidon est recouvert par l'argile, + la chaleur est conservée à long terme



5. Grotte = connexion entre la cloche et le tube de sortie



6. Tuyau

- 10 mètres maximum, avec 4 à 5 coudes maximum
- Tuyau inox qu'on trouve dans le commerce : 153mm de diamètre ou 200mm. Andy préfère le tuyau de 153mm car la surface d'entrée (187cm²) correspond à la surface qu'on peut laisser à la sortie de la grotte avec des briques classiques (1 longueur x 2 hauteurs soit 11x17cm).
- Très légère pente vers le haut.



7. Maçonnerie :

- Argile creusée dans le fond du terrain et piétinée en rajoutant de l'eau au dure et à mesure. On regarde la teneur en argile d'une terre en en faisant décanter la matière dans un demi-litre d'eau. Une terre adéquate pour la maçonnerie possède environ 1/3 d'argile.
- Il est possible d'affiner le grain de l'argile en le tamisant. Cela permet de couper le maçonnerie plus proprement, mais n'est pas obligatoire.
- Maçonnerie du banc : réaliser des lasagnes entre du matériaux réfractaires (tuiles, pierres, etc) et de l'argile.



8. Sortie : La cheminée doit toujours être plus haute que le faîte du toit parce que si les gaz de sorties sont plus froid que la température extérieure, l'air va tirer vers le bas et non vers le haut.

- **Coût :**

- 1500€ avec matériaux neuf, possibilité de diviser par deux avec matériaux de récup
- Quels sont les éléments à acheter neufs ? Les tuyaux en inox, au moins les entrées, sorties et parties extérieures. Possibilité d'utiliser de l'acier galvanisé pour le milieu. Les briques isolantes et réfractaires pour le foyer de CERAM TELLUS (entreprise lotoise, <https://tellus-ing.com/>) sont un investissement intéressant (4,5€/brique)

5.3. Quels risques ?

- Vis-à-vis de la loi :

- A l'heure actuelle, les installations de poêle de masse sont non reconnues
- Méfiance des stages d'autoconstruction, où l'animateur ne garanti pas sa responsabilité dans la fiabilité du poêle de masse
- Pas d'émission de monoxyde de carbone car la combustion est complète

- Y-a-t-il des **risques d'incendie** ?

- Pas d'incendie à la connaissance d'Andy. Le risque est moins élevé que pour une cuisinière à bois qui s'encrasse beaucoup plus rapidement.
- Le seul risque est pour les personnes qui essaient de chauffer l'eau via le système poêle de masse : le serpent de tuyau en cuivre risque de s'encrasser avec la condensation du goudron produit par la combustion.
- Projet d'Andy de faire vérifier ses installations par les pompiers... à suivre !

- Comment faire avec une **maison à étage** ?

- La problématique est que le tuyau avec le maçonnerie en argile pèse environ 350kg/mètre linéaire.
- Si on veut faire circuler le tuyau à l'étage, il faut prévoir de l'incruster dans un mur porteur.
- Ne pas placer un poêle de masse au dessus d'une cave. Le plancher risque de céder.

- Peut-on laisser le **tube à nu** ?

- Oui mais il sera très chaud. On peut le laisser à nu dans une salle de bain pour faire sécher les serviettes au dessus par exemple. Mais dans ce cas prévoir un système de barreau qui empêche le contact de la peau ou des objets avec le tube.

Ressources :

- Ernie and Erica WISNER :

- Réponse aux exigences légales pour l'installation de poêle de masse dans chaque Etat des USA
- Fabrication d'un riser en céramique prêt à l'emploi
- Beaucoup d'informations (en anglais) sur leur site et blogs : <http://www.ernieandERICA.info/>
- Des vidéos de leurs interventions sur youtube
- Une playlist sur les étapes de construction d'un rocket (extraits du DVD *Rocket Mass Heaters with Ernie and Erica*) : <https://www.youtube.com/watch?v=30rPCRB5e-s&list=PL0bZy202ImXP7NpLUJMtKJOjppPPv59b>

Ressources générales

- John Seymour, *Revivre à la campagne*, 2007, De Borée :
<https://www.decitre.fr/livres/revivre-a-la-campagne-9782844945389.html>
- Groupe : « Apprendre Préparer Survivre » sur Facebook :
<https://www.facebook.com/apprendreprepareersurvivre/>
- La chaîne Youtube d'Andy s'appelle *Andy Williams* avec du contenu sur les rocket stoves et l'énergie, le design permacole, la préparation des terrains et le potager, la gestion de l'eau sur la ferme, entre autres !
<https://www.youtube.com/channel/UCnAnohcnFkADsoGgXg1mpBg/videos>
- Le site internet d'Andy : *Solutions simples issues de la permaculture*
<https://solutionssimples.wixsite.com/solutions-simples>

Association d'éducation populaire, la **Fédération des CIVAM en Limousin** accompagne depuis plus de 30 ans des initiatives de producteurs et d'acteurs ruraux en marche vers une agriculture durable : respectueuse de l'environnement, résiliente aux changements climatiques, socialement équitable et économiquement viable.

Retrouvez-nous : <https://www.civam-limousin.com/>

Le **Groupe SAEL (Systèmes Agroécologiques en Limousin)** fait le lien entre des paysans installés et des porteurs de projet en cours d'installation, tous et toutes incarnant des fermes à taille humaine, des ateliers de productions végétales et animales diversifiées, et une valeur ajoutée apportée par la transformation. Ces projets s'inscrivent dans une recherche d'autonomie, favorisant la viabilité économique tout en étant écologiquement et socialement intégrés au territoire limousin.

Contacts : ewa.kan@civam.com ; mathilde.gauchet@civam.org

Groupe Systèmes Agroécologiques en Limousin (SAEL)
Animation et compte-rendu : mathilde.gauchet@civam.org

