

*Echanger
comprendre
progresser*

Production et Consommation d'énergie en agriculture



Sylvain Boéchat
AG – JAJ, Bassecourt
25.02.2016

 **agridea**
ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DES LÄNDLICHEN RAUMS
DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ESPACE RURAL
SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA E DELLE AREE RURALI
DEVELOPING AGRICULTURE AND RURAL AREAS

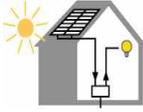
Contenu

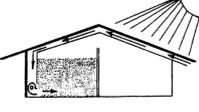
- Production d'énergies en agriculture
 - Photovoltaïque
 - Biogaz
- Politique énergétique
 - Situation de la RPC
 - Prochaines étapes
- Réduire sa consommation d'énergie sur l'exploitation
 - Electricité
 - Carburant
- Autres mesures et programmes de soutien

 **agridea**

2

Production d'énergies renouvelables sur l'exploitation agricole












Photovoltaïque **Solaire** **Thermique** **Biogaz**

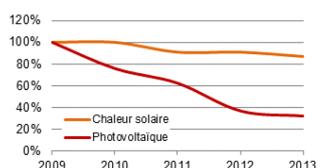
Bois **Eolien**

Petite centrale hydraulique **Autre biomasse**

3

Energie photovoltaïque

- Technologie maîtrisée
- Baisse importante du coût des installations



Exemples de coût d'investissements:
 (ref: Suisse, installations clef en main, matériel européen, 2015)

< 10 kWp:	2'000 – 5'000.- kWp → ~Fr. 550.-/m ²
10 - 30 kWp:	1'800 – 3'000.- kWp → ~Fr. 400.-/m ²
30 - 100 kWp:	1'700 – 2'500.- kWp → ~Fr. 360.-/m ²
100 - 1000 kWp:	1'500 – 2'300.- kWp → ~Fr. 320.-/m ²
> 1 MWp:	1'300 – 2'000.- kWp

Source: MBR Solar AG, SuisseEnergie




- « Facile » à mettre en œuvre
 - Intégration sur toiture
 - Peu, voir pas de maintenance

100 m² → ~ 16 kWc
 100 kWc → ~600 m²
 1 kWc produit environ 1050 kWh par an



4

Energie photovoltaïque

« Influence des coûts de raccordement aux réseau »

Exemple A: 576 kWp / 140'000.- → **245.- / kWp**
700 m de ligne moyenne tension, transformateur

Exemple B: 404 kWp / 175'000.- → **430.- / kWp**
800 m de ligne moyenne tension, transformateur

Exemple C: 109 kWp / 145'000.- → **1330.- / kWp**
800 m de ligne moyenne tension, transformateur

- Dans certains cas, même si le projet bénéficie de la RPC, il n'est pas réalisable en raison des coûts de raccordement trop élevés
- Ce constat est particulièrement marqué pour les installations agricoles
- Alternative: nouveaux systèmes d'injection, régulation en fonction des besoins du réseau, 50% d'économie sur le raccordement pour 2 à 4% de pertes (Agri du 5.02.2016)



PHOTOVOLTAÏQUE

Une innovation simplifie le raccordement au réseau



Point: Avez-vous le budget qui correspond, grâce à un alignement des dépenses des réseaux de distribution et de transport ?

Visconté Christian: Oui, avec une ligne d'environ 700 m de ligne moyenne tension, transformateur et un poste de transformation à 200 kV. C'est un budget assez élevé, mais c'est le seul moyen de faire passer l'énergie au réseau.

Une technologie encore limitée en Suisse: En 2015, le Groupe E prend en compte le fait que le raccordement d'un nouveau projet, capable de produire 100 MW, nécessite de construire une ligne de 100 km et un poste de transformation de 200 kV. Cela représente un coût de 100 millions de francs.

La réalisation de projets de production d'énergie solaire est en forte hausse dans les bâtiments agricoles: Les agriculteurs ont une grande surface disponible pour installer des panneaux photovoltaïques. Ils peuvent également bénéficier de subventions et de tarifs préférentiels.

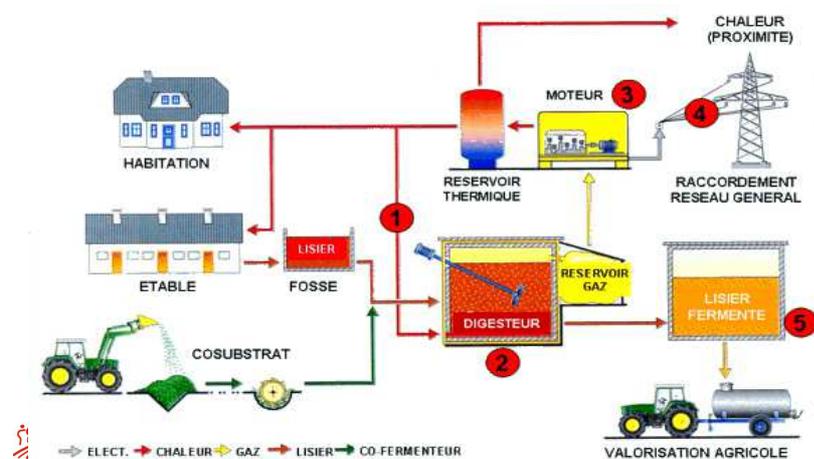
Le Groupe E souhaite intégrer à son réseau des sources d'énergie renouvelables: Le Groupe E veut développer des projets de production d'énergie renouvelable, notamment le solaire et l'éolien. Cela nécessite des investissements importants.

Les agriculteurs: Les agriculteurs ont un accès privilégié à des terres et des infrastructures. Ils peuvent également bénéficier de subventions et de tarifs préférentiels.

Biogaz Agricole

Une énergie renouvelable issue de produits (les engrais de ferme, biomasse végétale) présents sur l'exploitation agricole:

Le Biogaz est un mélange de méthane et de gaz carbonique issu de la décomposition de matières organiques selon un processus de fermentation.



Biogaz Agricole

Produire du biogaz demande:

- **Des engrais de ferme:**
Lisier, fumier, etc., dont la part des co-substrats n'étant pas d'origine agricole est inférieure à 20%
- **Des co-substrats:**
 - Substrats d'origine agricole (résidus de culture, etc.)
 - Substrats non agricole:
 - **déchets verts** : bcp de disponibilité
 - **sous-produits de l'agro-alimentaire**: marché «saturé»
- **Passablement de travail**
- **Investissements importants:**
de Fr. 10'000.- à 14'000.- /kW de puissance






Biogaz Agricole

Le potentiel de production en CH:

- **3'400 GWh/an** à partir d'engrais de ferme et de résidus agricoles
(~4'400 GWh/an en tenant compte des engrais verts et des menues pailles)
- Actuellement moins de 5% de ce potentiel est exploité! (Production actuelle : ~90 installations produisent environ 155 GWh/an)

Potentiel du canton du Jura:

- **~22'000 vaches** (purin à 8.6 m³/UGB/an et fumier à 6.7 t/UGB/an), soit:

- 189'200 m ³ de purin (à 90 kWh/m ³)	→ 17'028'000 kWh	} 64'196'000 kWh
- 147'400 t de fumier (à 320 kWh/t)	→ 47'168'000 kWh	
- 19'258'800 kWh d'électricité, → **19 GWh** (CCF à ~30% de rdt), à savoir ~ 4% de la consommation annuelle d'électricité du canton ~500 GWh
- Et ~40 GWh de chaleur à valoriser...





Biogaz Agricole

Pistes à exploiter:

- Développement de petites installations entre 25 kW et 50 kW. Actuellement peu d'offre technologique pour ces catégories de puissances
- Pour une large valorisation, les technologies doivent s'adresser aussi bien aux installations liquides (lisier) que solides (fumier)
- Evolution de l'offre d'installations et des investissements
 - Développement de petites installations (20 à 30 kW)
 - Coûts du kWh: entre 60 et 70 ct/kWh
 - Baisse des coûts / downsizing (?)
- Evolution de la politique énergétique
 - Importance/Rôle du biogaz dans la Stratégie 2050
 - Avantages de cette technologie (production continue, etc.)
 - Disponibilité des ressources (engrais de ferme)
 - Tarifs spécifiques



Politique énergétique

Objectifs

- Abandon progressif du nucléaire
- Réduction de la consommation d'énergie
- Augmenter la part d'énergies renouvelables
- Baisse des émissions de CO2
- Maintien de la sécurité d'approvisionnement

Mesures

- Baisse de la consommation d'él. de 18% (comparé à 2000)
- Part des Energies Renouvelables en 2050: 24.2 TWh (soit ~50% de la consommation) et 14.5 TWh en 2035

→ Part du biogaz (él.) en 2050: ~6% (1.58 TWh)



Politique énergétique

Rétribution à prix coûtant (RPC)

Mise en œuvre: depuis le 1^{er} janvier 2009

Pilier central de l'objectif: augmenter la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables d'au moins 5'400 GWh d'ici à 2030

Financement: par les consommateurs à hauteur de 1.3 ct./kWh. (puis max 1.5 ct./kWh dès 2017(?), en consultation)

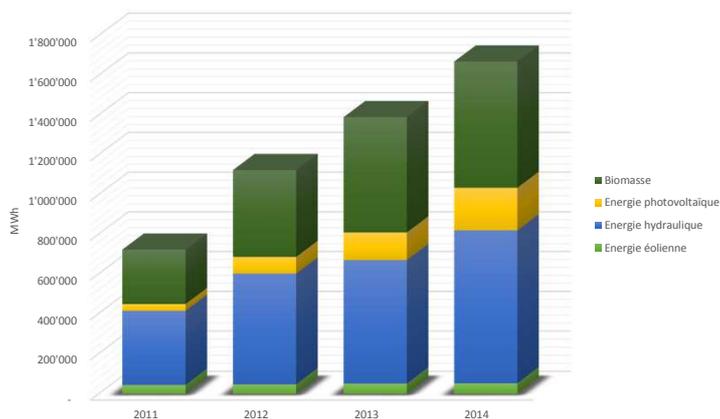
Technologie concernées:

- la force hydraulique (jusqu'à 10 mégawatts)
- le photovoltaïque,
- l'énergie éolienne,
- la géothermie,
- la biomasse.

En 2009:

- L'OFEN annonce l'épuisement du montant global prévu (plafond financier)
- Mise en place d'une liste d'attente pour les projets n'ayant pas encore de décision positive

Le système RPC aujourd'hui

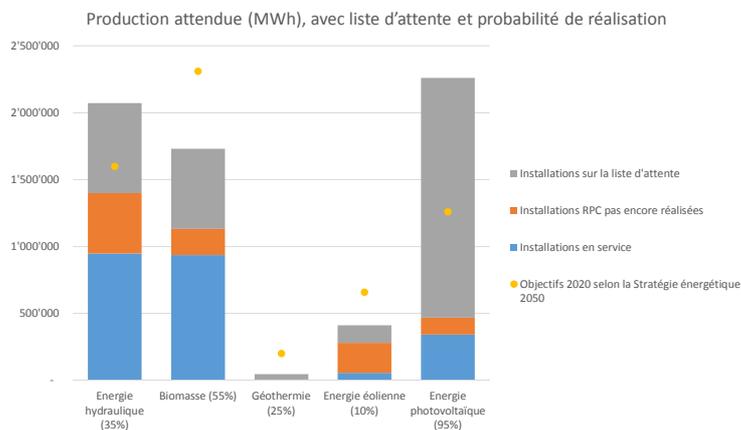


La production 2014 de toutes les installations au bénéfice de la RPC atteint 2,9% de la consommation électrique globale de la Suisse.



Le système RPC aujourd'hui

- Fin décembre 2015 : la liste d'attente comptait 36'700 installations annoncées dont ~35'700 inst. photovoltaïques.



Le système RPC aujourd'hui ...et demain

- Les moyens disponibles pour le RPC seront épuisés en 2018
- Augmentation du supplément de 1,1 à 1,3 ct./kWh (1.1.2016), 1.5 ct/kWh en 2017(?)
- **Pour le photovoltaïque :**
 - les installations annoncées jusqu'au 8 novembre 2011 devraient obtenir la RPC en 2016 et celles annoncées jusqu'à fin novembre 2011, en 2017...
 - Aucune garantie pour les installations annoncées à partir de décembre 2011 (Attente de plusieurs années sans être certain de bénéficier de la RPC)
- **Pour le biogaz:**
 - 48 installations ont bénéficié d'une décision positive en oct. 2015
 - Nouveau contingent en 2016: selon stade d'avancement du projet, date de l'annonce
- La suite dépendra des décisions des chambres fédérales relatives à la Stratégie énergétique 2050:
 - *Contributions supplémentaires pour la RPC*
 - *Aides à l'investissement?*
 - *Ventes de la production sur appel d'offre?*



Politique énergétique

Cas particulier du photovoltaïque

Catégories d'installation		Du 01.01.2014 au 31.03.2015	Du 01.04.2015 au 30.09.2015	Du 01.10.2015 au 31.03.2016	Du 01.04.2016 au 30.09.2016	Dès le 01.10.2016
Isolées	≤ 30 kW	23.8	23.4	20.4	19.5	19.0
	≤ 100 kW	19.8	18.5	17.7	16.6	15.6
	≤ 1'000 kW	19.2	18.8	17.6	16.4	15.2
	> 1'000 kW	17.2	18.5	17.6	16.5	15.3
Ajoutées	≤ 30 kW	26.4	23.4	20.4	19.5	19.0
	≤ 100 kW	22.0	18.5	17.7	16.6	15.6
	≤ 1'000 kW	21.3	18.8	17.6	16.4	15.2
	> 1'000 kW	19.1	18.5	17.6	16.5	15.3
Intégrées	≤ 30 kW	30.4	27.4	24.0	22.4	21.9
	≤ 100 kW	25.3	21.1	20.1	19.1	17.9

Opter pour la rétribution unique (max 30% de l'investissement, < de 30 KW)

Taux de rétribution de la contribution unique

La rétribution unique se compose d'une contribution de base et d'une contribution liée à la puissance.

		Date mise en service						
		Avant 2011	2011	2012	2013	Du 01.01.2014 au 31.03.2015	Du 01.04.2015 au 30.09.2015	Dès le 01.10.2015
Installations isolées / ajoutée	Contributions de base (CHF)	2'450	1'900	1'600	1'500	1'400	1'400	1'400
	Contribution liée à la puissance (CHF/kW)	1'850	1'450	1'200	1'000	850	680	500
Installations intégrées	Contributions de base (CHF)	3'300	2'650	2'200	2'000	1'800	1'800	1'800
	Contribution liée à la puissance (CHF/kW)	2'100	1'700	1'400	1'200	1'050	830	610

Exemple:

Une installation intégrée de 8 kW mise en service en février 2014 bénéficie d'une rétribution établie selon le calcul suivant:
 CHF 1'800 + 8 kW * 1'050 CHF/kW = CHF 10'200.-.

Politique énergétique

Cas particulier du photovoltaïque

Légende

RU	Rétribution unique
RPC	Rétribution à prix coûtant du courant injecté
DO	Droit d'option
x	Ni RPC ni RU

Légitimité de l'exigence

Date d'annonce	Puissance réalisée de l'installation			
	0 - 1.9 kWp	2 - 9.9 kWp	10 - 29.9 kWp	30 kWp et plus
jusqu'au 31.12.2012	RPC	DO	DO	RPC
01.01.2013 au 31.03.2014	x	RU	DO ²⁾	RPC
à partir du 01.04.2014	x	RU ¹⁾	DO ²⁾	RPC

1) mise en service jusqu'au 31.12.2012 : ni RU ni RPC

2) mise en service jusqu'au 31.12.2012: RPC



Source: Swissgrid

Pistes à exploiter:

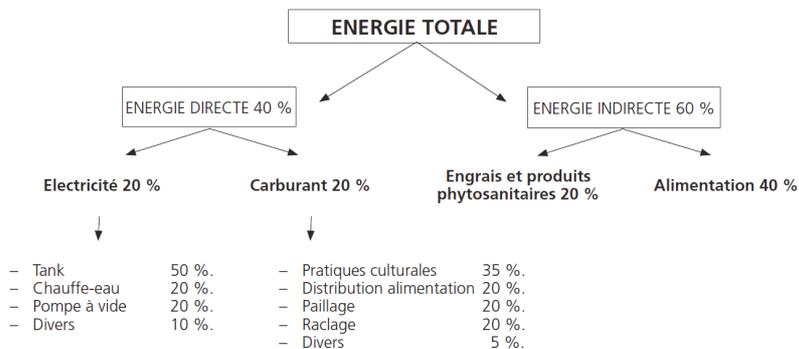
- Valoriser «l'autoconsommation»
- Tarif de rachat sans RPC: 9 ct./kWh, + marché libre du courant vert?
 - «Coopérative solaires» (?)
- Envisager le stockage de la production:



Evolution des batteries, baisse des coûts de ces équipements

Réduire la consommation d'énergie de l'exploitation

Principaux postes de consommation d'une exploitation
(exploitation mixte grandes cultures et lait, zone d'ensilage)



Source: Classeur «Energies Renouvelables», AGRIDEA 17

Consommation annuelle d'énergie en élevage laitier

Consommation totale: **880 kWh/VL**

dont consommation de carburant:
410 kWh/VL
(= ~42 litres/VL)
Distribution du fourrage, raclage,
paillage, etc.

dont consommation d'électricité:
470 kWh/VL
Traite, tank, chauffe-eau,
éclairage, pompe à vide, etc



Source: Institut de l'élevage, GIE Bretagne 18

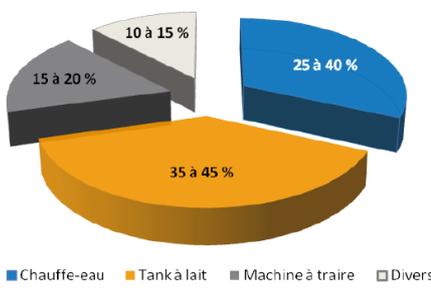
Consommation d'énergie en élevage laitier

Consommateurs principaux:

- Le tank à lait
- Le chauffe-eau

Pour 1'000 litres de lait:

- Eau chaude (boiler): 20 à 35 kWh
- Tank à lait (refroidissement): 20 kWh
- Pompe à vide: 10 à 15 kWh



Facteurs de variation de la consommation d'électricité:

- Le type de salle de traite
- Le temps de traite
- La conception de la laiterie
- La fréquence de ramassage du lait

En moyenne: de 400 à 500 kWh/vache/an

 Source: Institut de l'élevage, GIE Bretagne 19

Pré-refroidisseur / Echangeur de chaleur

Principe de fonctionnement:

- Economiser les coûts d'électricité pour le refroidissement du lait en abaissant sa température avant l'arrivée dans le tank
- Permet de réduire le temps de fonctionnement du tank à lait

→ 40 à 50 % d'économie sur la consommation électrique du tank

Deux systèmes:



Le pré-refroidisseur tubulaire à serpentins



Le pré-refroidisseur à plaques

- Investissement : dès 4'000.-
- Réduction de la consommation électrique du tank de 40% à 50% (= 180 à 230.-/an pour 100'000 kg de lait)

 20

Consommation annuelle d'énergie en élevage laitier

AgroCleanTech 

Mesures de soutien développées par AgroCleanTech

Projets réalisés dans le cadre du programme de la Confédération

ProKilowatt 

1-Récupération de chaleur lors du refroidissement du lait (WRGM)

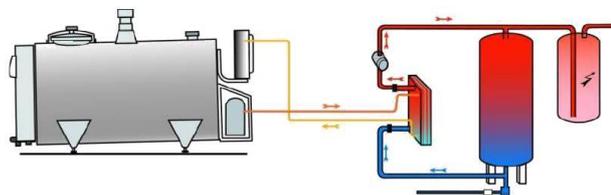
2-Variateur de fréquence pour pompes à vide de machines à traire



Récupérateur de chaleur sur le tank

Fonctionnement:

- Récupération de la chaleur produite par le tank pour préchauffer l'eau de lavage

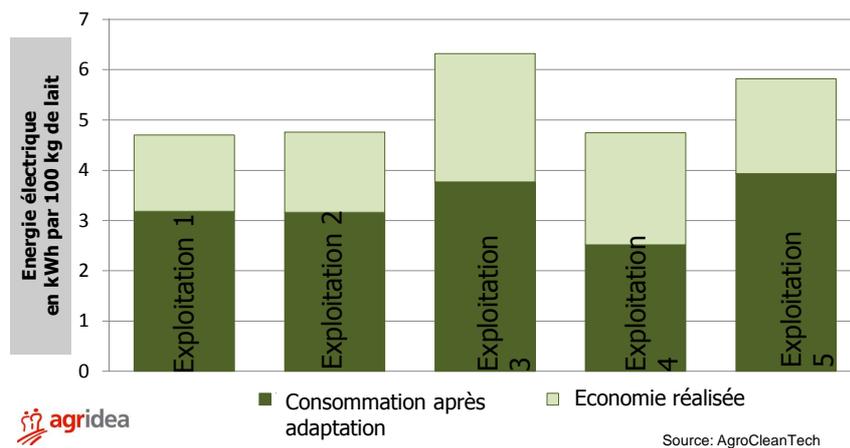


1 litre de lait refroidi de 30°C (34°C à 4°C) permet de chauffer 0.75 litre d'eau à 50-55°C

Récupérateur de chaleur sur le tank

Résultats

- Economies réalisées entre **32% et 45%**



23

Récupérateur de chaleur sur le tank

Exemples

- Exploitation avec production annuelle de **475'000 kg** de lait
- Consommation d'électricité avant changement : **22'300 kWh** pour le refroidissement du lait et le chauffage de l'eau sanitaire
- Economie d'énergie avec l'installation de récupération de chaleur env. **7200 kWh** respectivement **1'300.- frs** par année

- Exploitation avec production annuelle de **200'000 kg** de lait
- Consommation d'électricité avant changement : **12'600 kWh** pour le refroidissement du lait et le chauffage de l'eau sanitaire
- Economie d'énergie avec l'installation de récupération de chaleur env. **5100 kWh** respectivement **900.- frs** par année



Source: AgroCleanTech

24

Récupérateur de chaleur sur le tank

Coûts et économies

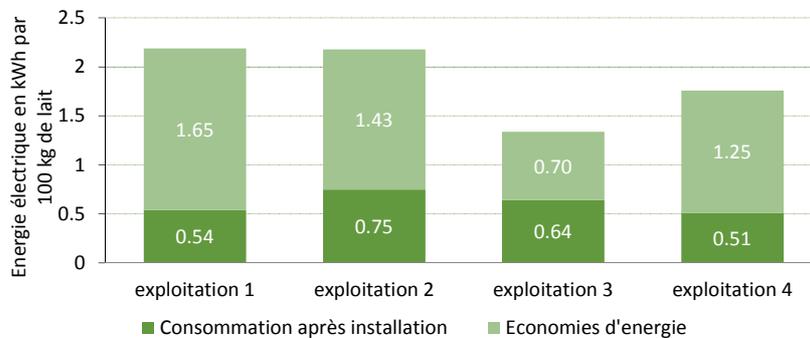
- Coûts d'installation 5'000 – 10'000 CHF
 - Aides financières 1'100 – 2'500 CHF
 - Réduction des coûts d'électricité 800 – 1'500 CHF
- Selon les résultats de mesures effectuées sur les exploitations pilotes, la durée moyenne d'amortissement des installations est de **5 à 8 ans**



Autres mesures

Régulateurs de fréquence sur pompes à vide pour machines à traire

- 4 exploitations participantes, avec une production laitière annuelle comprise entre 200 000 et 300 000 kg
- Consommation d'énergie - avant la mise en place de la mesure pour refroidir le lait et chauffer l'eau - comprise entre 3600 et 6600 kWh par an
- Economies d'énergie de l'ordre de deux tiers en moyenne



Autres mesures

Variateur de fréquence sur la pompe à vide

La contribution varie selon la quantité d'énergie économisée, elle se situe entre CHF 300 et CHF 750

Coûts d'installation	2500	–	5000	CHF
Subventions	300	–	750	CHF
Réduction des coûts d'électricité	275	–	950	CHF

Amortissement sur quatre à neuf ans



Autres mesures

Accès aux programmes d'AgroCleanTech

- Interlocuteur pour le canton du Jura



CHAMBRE JURASSIENNE
D' **AGRICULTURE**

<http://www.agrijura.ch/>

- Informations et formulaires de demande:

<http://www.agrocleantech.ch/index.php/fr/programmes-de-soutien/portail-de-soutien>

- Le programme pour les pompes à vide n'est pas encore accessibles à tous les cantons!



Autres mesures pour réduire sa consommation d'énergie

Maintenir une bonne aération dans le local du tank :

- 0,85 m² d'entrée d'air en partie basse
- Surface du condenseur en sortie d'air
- Séparer le(s) groupe(s) «froid»



Entretenir régulièrement le(s) condenseur(s) du tank

Effet attendu: 5-25 % d'économie d'énergie sur le tank
Soit 1,4 à 6,8 Wh/l



Source: Institut de l'élevage, GIE Bretagne

29

- La consommation d'eau chaude sanitaire pour le nettoyage s'élève en moyenne à 35 l / 100 kg de lait



Photo: Agroscope IDU Tânikon
Chauffe-eau (env. 450 l)



Dépôts de calcaire



Photo: Agroscope IDU
Résistance élec

Les dépôts de calcaire sur les résistances électriques augmentent considérablement la consommation de courant!



Photo: Agroscope IDU

Photo: C. Thür

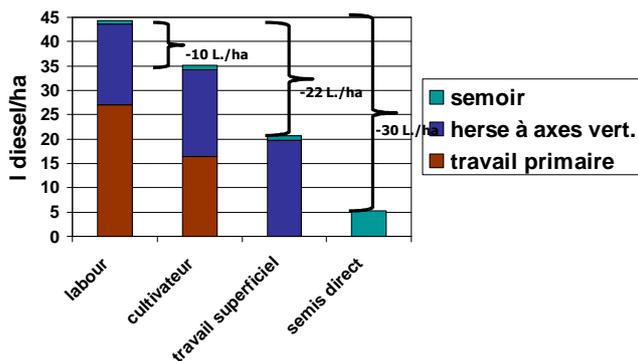
30

Besoins énergétiques en agriculture

Consommation annuelle **de carburant en agriculture**:

- ~ 150 millions de litres de diesel
- 1Mio ha de surface utile en Suisse → 150 l diesel/ha

Consommation à l'ha de différents procédés



Source: T. Anken, Agroscope

31

Économies de carburant à l'échelle du tracteur



Economie « théorique »: 50% de la consommation
 Economie réaliste: de **20-30%** de la consommation

Consommation de carburant: 8,4 l/h * 10'000 heures = 84'000 litres
Coût total de carburant: 84'000 litres à Fr. 1.68 /l. = Fr. 141'120.-
Economie potentielle : entre **Fr. 28'000.-** et **Fr. 42'000.-** sur 10'000 heures d'utilisation

Alternatives possibles en agriculture

Economie d'énergie & autres développements

Tractions :

- Mode de conduite
- Classe énergétique pour tracteur
- Progrès technique (gestion électronique, entraînements électriques)
- Agriculture de précision



 agridea



33

Soutien du canton

JURA CH
RÉPUBLIQUE ET CANTON DU JURA

Aides pour certains investissements dans les ER et l'efficacité énergétique:

- Solaire thermique
- Chaudière à bois
- Chauffage à distance
- Rénovation / Isolation
- Minergie

Déduction fiscale

<http://www.jura.ch/DEN/SDT/Energie/Subventions/Programme-cantonal-d-encouragement/Programme-cantonal-d-encouragement-dans-le-domaine-de-l-energie.html>

 agridea

34

Autres mesures

Check énergétique et climatique: Diagnostiquer son exploitation

<http://www.bilan-energie-climat.ch/>



Examiner:

- Avec quelles mesures, je peux économiser de l'énergie sur **mon exploitation**?
- Comment est-ce que je peux protéger le climat sur **mon exploitation**?
- Le potentiel sur **mon exploitation** pour produire des énergies renouvelables?



35

Autres mesures

Evaluer:

- Quelles sont les effets (grands/petits) des mesures à envisager?
→ Pour les mesures déjà mises en œuvre et pour les mesures potentiellement réalisables



Liens & références utiles

Programme Suisse énergie:

[www. agri-ecodrive.ch](http://www.agri-ecodrive.ch)

[www. biomassenergie.ch](http://www.biomassenergie.ch)

[www. suisse-eole.ch](http://www.suisse-eole.ch)

[www. energie-bois.ch](http://www.energie-bois.ch)

[www. swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

<http://www.suisseenergie.ch/energies-renouvelables.aspx>

Energies renouvelables



37

Merci de votre attention.

Pour des renseignements supplémentaires, veuillez consulter notre site

www.agridea.ch ou nous contacter par courriel info@agridea.ch

Lindau

Eschikon 28 • CH-8315 Lindau

T +41 (0)52 354 97 00 • F +41 (0)52 354 97 97

Lausanne

Jordils 1 • CP 1080 • CH-1001 Lausanne

T +41 (0)21 619 44 00 • F +41 (0)21 617 02 61

Cadenazzo

A Ramél 18 • CH-6593 Cadenazzo

T +41 (0)91 858 19 66 • F +41 (0)91 850 20 41



38