



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Comparaison de procédés de séchage du foin

Franz Nydegger

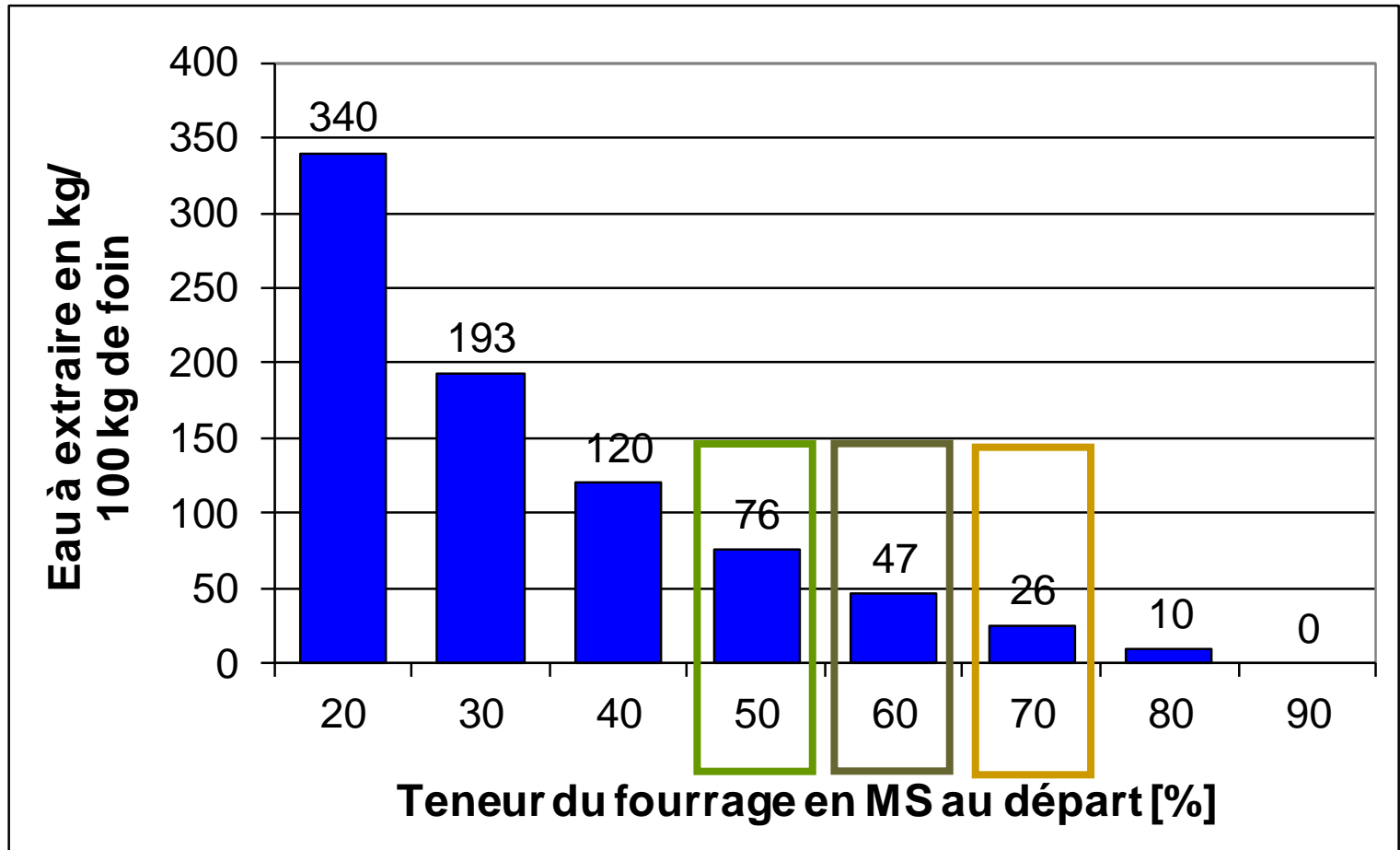
Cours de formation continue en construction rurale
5./6.11.2013



Comparaison de procédés de séchage du foin | Formation continue en construction rurale 2013
Franz Nydegger | © Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Déshydratation nécessaire pour la production de fourrage sec





Augmentation de la capacité de séchage

- Capteurs solaires y comp. double utilisation de l'installation photovoltaïque



- Déshumidificateur (pompes à chaleur)
- Poêle à air chaud (mazout ou bois)
- Chauffage à bois (copeaux ou morceaux)





Hypothèses Comparaison Exemple d'exploitation

- Production de fourrage sec pour 60 vaches laitières
- Ration de 17 kg matière sèche (MS) de fourrage sec par vache et par jour
- 170 jours d'affouragement hivernal
- Fourrage sec nécessaire: environ 170 tonnes (t) de MS par an
- Rendement de 19 ha de prairie permanente (moyennement intensive à 600 m d'altitude, 9 t de MS/ha an)
- 4 coupes (habituellement 35 %, 30 %, 20 %, 15 %)
- Comparaison simplifiée 1 coupe 3 lots total 9 lots



Installations de séchage en grange

Pour tous les procédés

- Surface du tas de foin 2 x 150 m²
- Volume du tas 1400 m³
- Hauteur de remplissage max. 5 m
- Commandes automatiques
- MS engrangée 60 %
- 600 m d'altitude



Procédés de séchage 1

- Séchage à froid (SF)
- Séchage équipé de capteurs solaires (Caso)
- Séchage avec déshumidificateur et ventilateur pour un tas (D $\frac{1}{2}$)
- Séchage avec déshumidificateur combinés avec capteurs solaires (D+Caso)
- Séchage avec poêle à air chaud pour un tas (PAC)



Procédés de séchage 2

Spécifications spéciales

- SF et Caso, les deux tas en même temps
- Caso fonctionnant 75 % «chaud» et 25 % «froid»
- D 1/2, les tas sont séchés successivement
- D+Caso, Caso (300 m²) et D (32 kW), emploi 50 % chacun
- PAC avec SF se complètent à 50 %

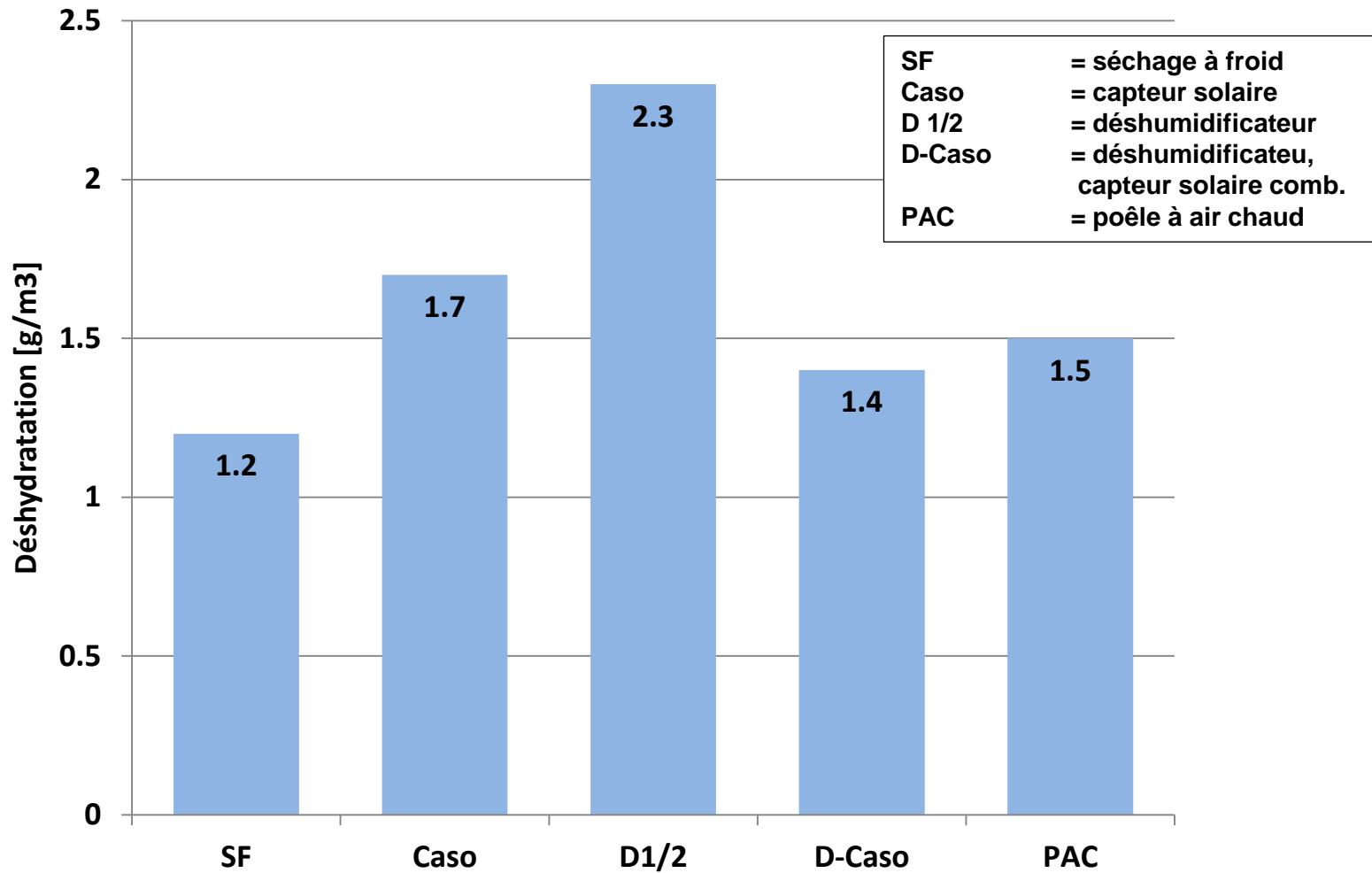


Calculs

- Conception de l'installation de séchage (Excel ART)
- Capacité de séchage, énergie nécessaire et coûts (boxenkalk_v8b_ch (G. Wirleitner))
- Prix de l'installation (Système de prix par modules unitaires)
- Coûts annuels (y comp. coûts d'exploitation-> plus haut)
 - Amortissements 5.00 %
 - Intérêts 1.84 %
 - Réparation 1.84 %
 - Assurance 0.20 %

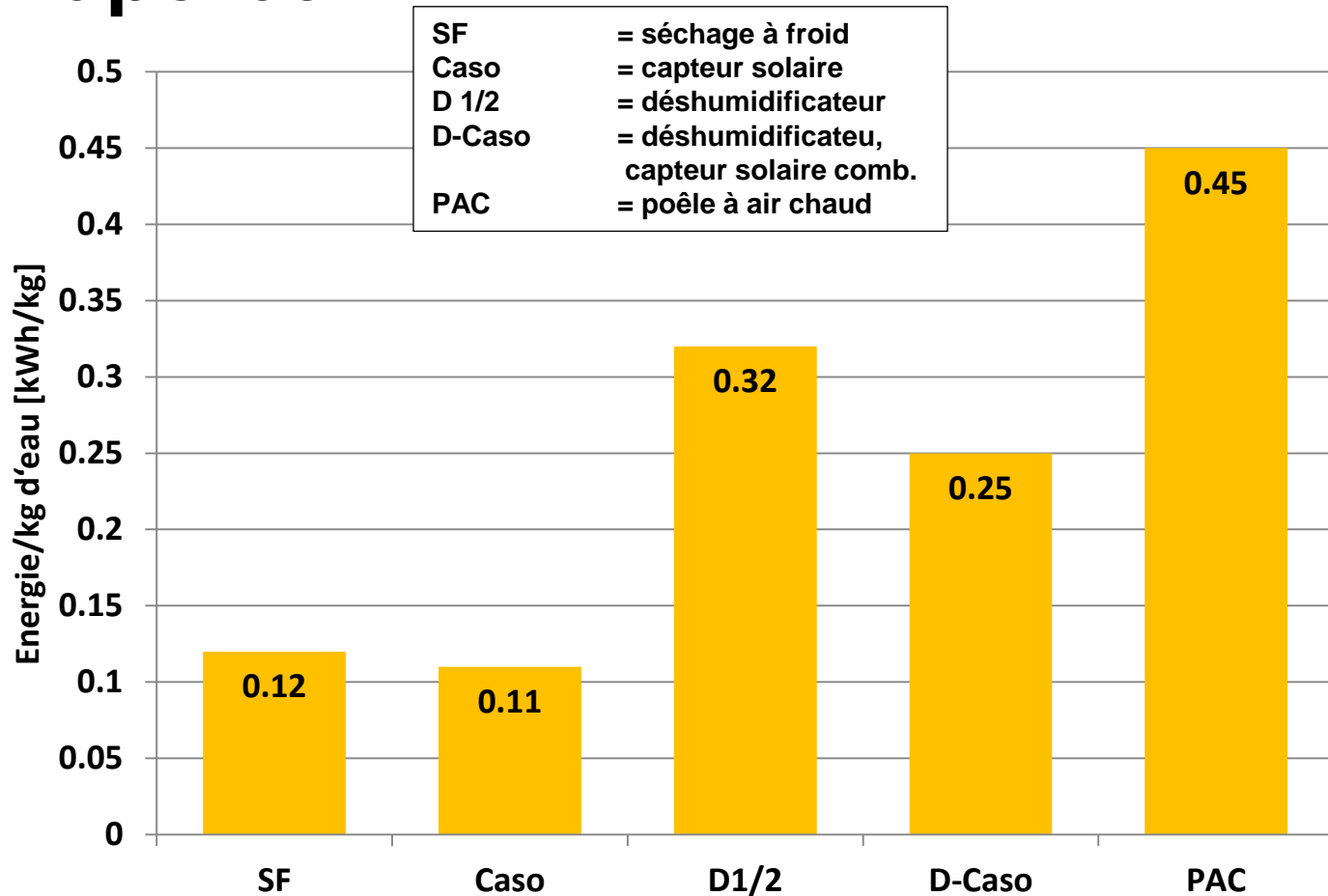


Déshydratation



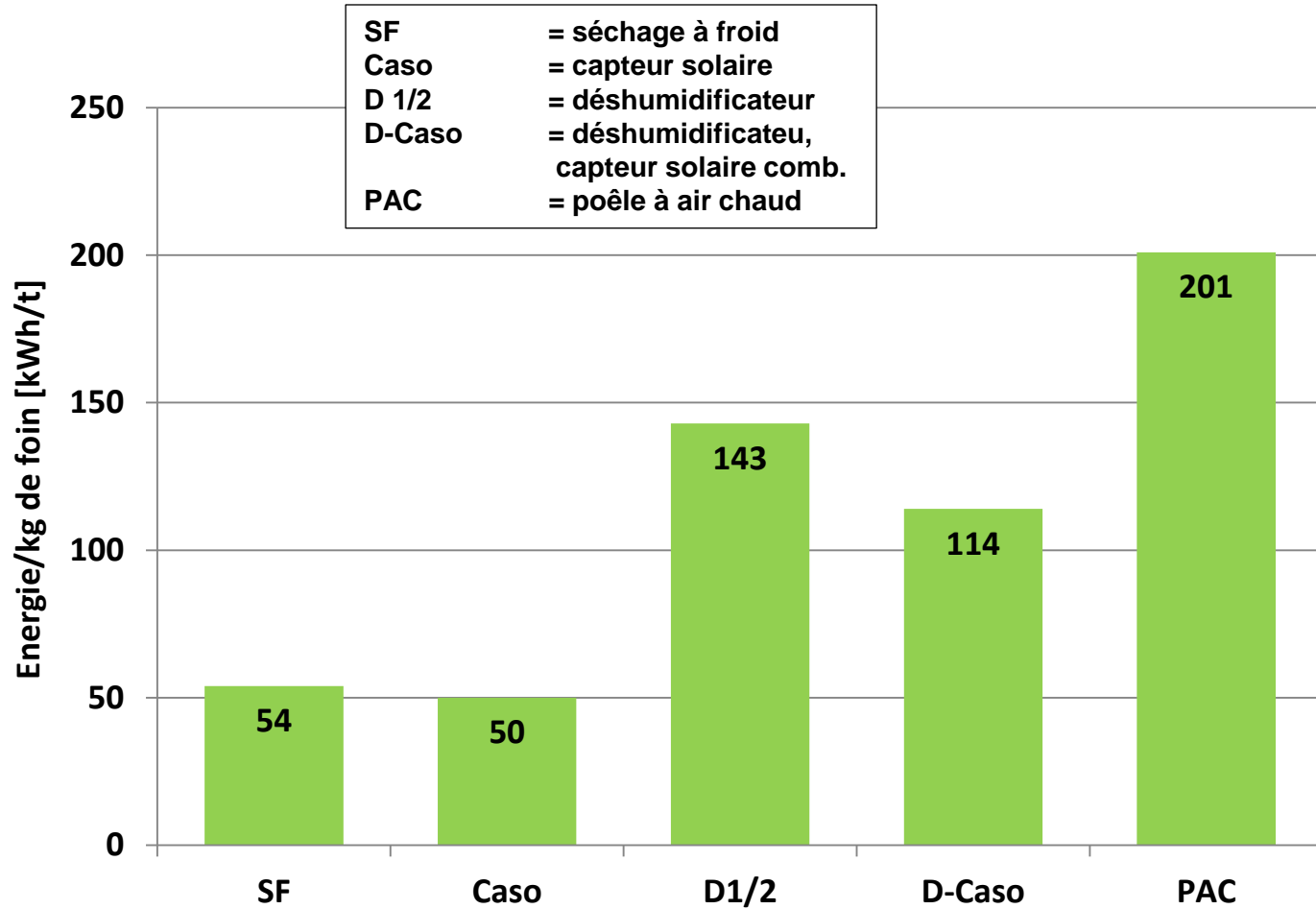


Energie nécessaire par kg d'eau évaporée





Energie nécessaire par kg de foin

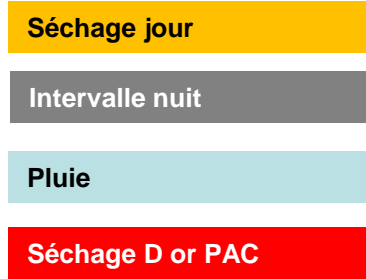




Durée du séchage

(exemple théorique)

Jour	E	1				2				3				4				5				6				7																				
Heure de la journée	h	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24	4	8	12	16	20	24						
SF	67	4			1	4	4	4			1		4	4			1		4	4			1		4	4			1	4	4				1	1	4	4			1	4	4			
Caso	47	4			1	4	4	4			1		4	4			1		4	4			1	4		3			1		3															
D ½	73	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2										
D-Caso	57	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1						1		2	2																				
PAC-SF	54	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1						1																							





Investissements et coûts annuels

	Prix de l'installation	Coûts annuels sans coûts d'exploitation
Procédé	Fr.	Fr.
SF	77200	6860
Caso	113400	10070
D1/2	155000	13760
D-Caso	184607	16390
PAC	87000	7730



Résultats

Procédé		SF 2x150 m ²	Caso 2x150 m ² 600m ²	D1/2 150 m ²	D-Caso 2x150 m ² 300 m ²	PAC 2x150 m ²
Temps nécessaire au séchage par lot	h	67	47	73	57	54
Temps nécessaire au séchage	h	603	423	657	513	486
Coûts de l'énergie	Fr.	2167	1970	5714	4532	6320
Coûts de l'énergie/dt MS	Fr.	1.25	1.14	3.3	2.61	3.1
Coûts/ dt de MS sans énergie	Fr.	3.95	5.81	7.94	9.45	4.46
Coûts / dt de MS avec énergie	Fr	5.20	6.94	11.23	12.07	7.52

SF	= séchage à froid
Caso	= capteur solaire
D 1/2	= déshumidificateur
D-Caso	= déshumidificateur, capteur solaire comb.
PAC	= poêle à air chaud



Conclusion 1

- Séchage à froid (référence) procédé le plus avantageux en termes de coûts
Durée la plus longue en jours de séchage
- Séchage à froid combiné avec un poêle à air chaud, faible prix de l'installation, durée plus courte du séchage, consommation d'énergie élevée, coûts relativement bas par dt de MS de fourrage
- Séchage solaire, prix de l'installation plus élevé, durée plus courte du séchage, faible consommation d'énergie, coûts relativement bas par dt de MS
- Déshumidificateur, durée plus courte du séchage, consommation d'énergie élevée, coûts élevés par dt de MS
- Déshumidificateur combiné avec Caso, durée plus courte du séchage, consommation d'énergie moyenne, coûts élevés par dt de MS



Conclusion 2

- Grandes installations avec capteurs solaires efficaces en cas d'utilisation sur toute la surface du tas.
- Dans les grandes installations, les déshumidificateurs ne sont souvent utilisés que sur des surfaces partielles (exemple D1/2)
et combinés avec des capteurs solaires (exemple D-Caso)
Avantages des deux procédés, déshumidificateur en grande partie indépendant des conditions météorologiques, Caso efficace en matière d'énergie
- Poêle à air chaud, l'équipement le plus avantageux du SF en termes de coûts, peut être utilisé sur des surfaces partielles dans les grandes installations



Merci beaucoup!



**ART – Recherche pour
l’agriculture et la nature**

franz.nydegger@agroscope.admin.ch • Tél. +41 52 368 33 16