

## Les agrosystèmes : des écosystèmes exploités par l'Homme – agriculture intensive et alternatives

### Comparaison sommaire entre un écosystème et un agrosystème.

	Écosystème forestier	Agrosystème champ de maïs
Biodiversité	Grande	Réduite
Nombre de niveaux trophiques	Au moins 5	Au mieux un seul
Productivité (en tonnes de carbone)	Entre 12 et 18 t.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup>	Moins de 10 t.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup>
Biomasse (en tonnes de carbone)	Entre 300 et 450 t.ha <sup>-1</sup>	Moins de 10 t.ha <sup>-1</sup>
Horizon humifère du sol	Développé	Réduit
Fertilité	Importante	Réduite si aucun engrais n'est utilisé.

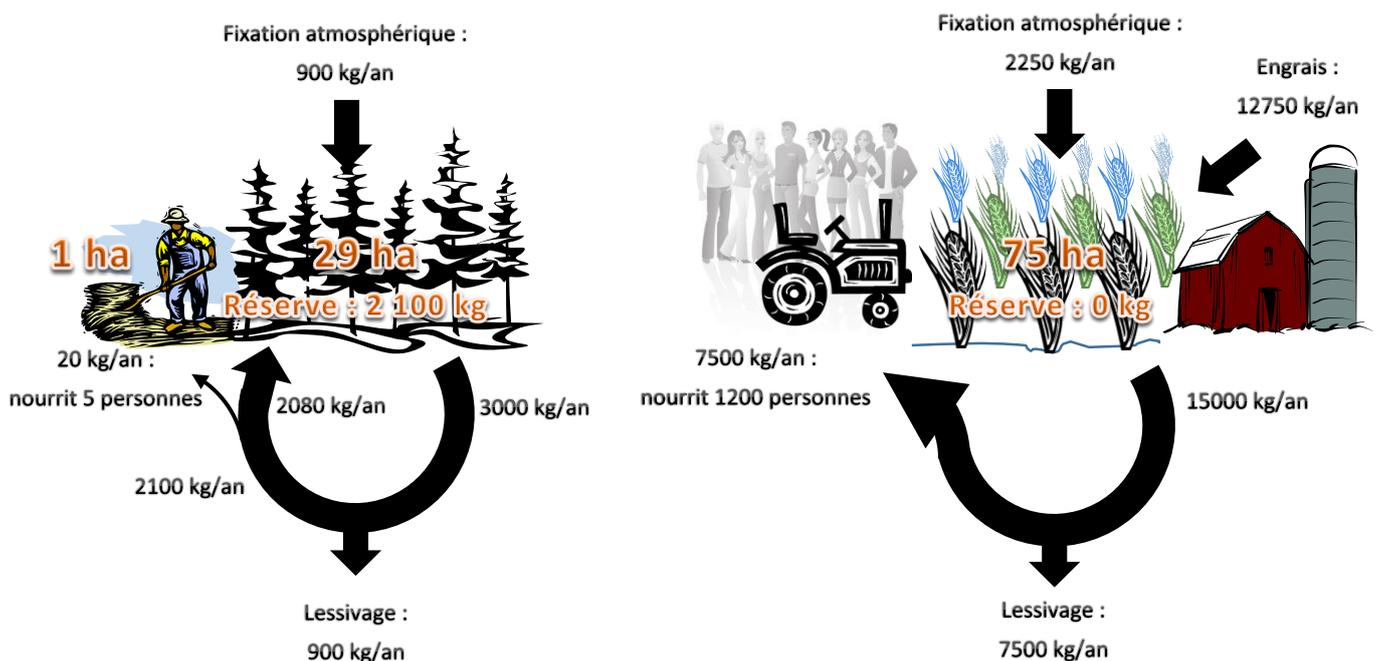
En moyenne un champ de maïs contient 75 000 pieds de maïs par hectare. Chaque pied de maïs pèse 213 g une fois toute l'eau contenue dans le végétal éliminée par séchage (on parle de masse de matière sèche) et contient 58 % de carbone. La productivité d'une culture peut se calculer en énergie (kJ.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>) ou en masse de matière carbonée (t.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>).

### Comparaison de deux agrosystèmes.

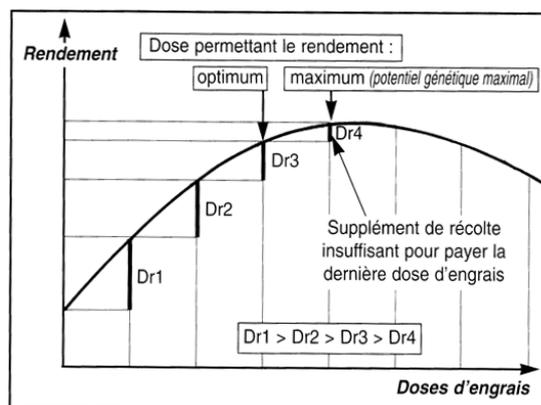
Une forme primitive d'agriculture, pratiquée en zone tropicale depuis des milliers d'années consiste à couper, puis brûler une parcelle forestière. La terre permet ainsi 1 à 3 bonnes années de récoltes de céréales. Les agriculteurs abandonnent ensuite le site pendant 30 ans et la forêt repousse peu à peu retrouvant sa biodiversité et sa fertilité initiales. Ce type d'agriculture a des rendements si faibles que toute la population doit cultiver pour subvenir à ses besoins. Il n'y a pas d'exportation de récolte : tout est consommé sur place. En France, les agrosystèmes actuels sont totalement indépendants de la forêt. L'exportation des récoltes et l'absence de mise en jachère prive le sol de sa fertilité. De bons rendements ne peuvent être obtenus que grâce à l'utilisation d'engrais minéraux et de traitements phytosanitaires. Ce type d'agriculture consomme énormément d'énergie (fabrication des engrais et pesticides, transports, irrigation, transformation, stockage, commercialisation).

	Agriculture tropicale forestière durable sur brûlis	Agriculture industrielle en France
Pourcentage de surface cultivée	3,45 %	90 %
Productivité des récoltes (masse totale par hectare par an)	1 t.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup>	10 t.ha <sup>-1</sup> .an <sup>-1</sup>
Nombre d'habitants nourris par hectare	5	16
Surface cultivée par agriculteur	1 ha	75 ha
Apport d'engrais minéraux	Non	Oui
Apport de pesticides chimiques	Non	Oui
Apport d'eau d'irrigation	Non	Oui
Utilisation d'engins motorisés	Non	Oui
Consommation annuelle de carburant par hectare cultivé	0 L	662 L

### Comparaison du flux d'azote entre l'agrosystème durable et l'agrosystème industriel français.



## La loi des rendements décroissants

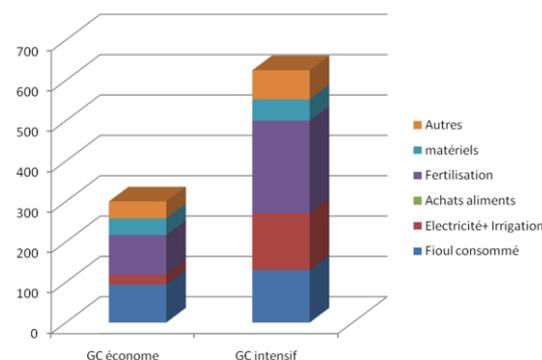


Dr = augmentation du rendement

## Le bilan énergétique des grandes cultures

Les exploitations de Grandes Cultures retenues ici sont des exploitations dont les seules productions sont les céréales et oléo protéagineux (COP) avec des cultures industrielles pour certaines. Ces exploitations n'ont pas d'animaux ni d'autres productions végétales (vignes, légumes, fruits, etc.).

	GC économe	GC intensif
Fioul consommé	94	130
Electricité+ Irrigation	24	140
Achats aliments	0	0
Fertilisation	99	230
matériels	41	53
Autres	42	72
ENTREES	300	625
COP	1429	2072
Autres	79	146
SORTIES	1508	2218
Efficacité énergétique	5,0	3,5



Pour augmenter l'efficacité énergétique des cultures il faudrait diminuer l'importance des intrants. On peut donc réfléchir à :

- Des méthodes de fertilisation moins coûteuses que l'épandage d'engrais industriels. Les légumineuses permettent d'importantes économies d'engrais, et donc d'énergie indirecte dépensée dans la fabrication et le transport des engrais. La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est assurée par des bactéries en symbiose avec les plantes. Les besoins en engrais azotés sont nuls ou très faibles comparés aux cultures classiques. Ces légumineuses peuvent être de type prairiales (luzerne, trèfles...) ou de type cultures annuelles (protéagineux principalement : pois...).
- Insérer dans les prairies temporaires de graminées des légumineuses fourragères permet de rendre autonome la prairie, qui de plus est plus riche en protéines. C'est la pratique des systèmes herbagers.
- Insérer des protéagineux dans les rotations de cultures annuelles permet de réduire la fertilisation des cultures postérieures.

Pour augmenter l'efficacité énergétique des cultures il faudrait faire des économies de carburant.

Le carburant est principalement utilisé pour les travaux d'implantation des cultures et leurs récoltes, ainsi que pour le transport et l'épandage des déjections d'élevages. Le labour est une des principales actions de travail du sol consommateur de carburant comme toutes les opérations effectuées en profondeur. Plusieurs pratiques culturales sans labour existent :

- Techniques Culturales Simplifiées (TCS) : les trois piliers des TCS sont l'absence de labour, l'utilisation systématique des couverts végétaux et des rotations de cultures performantes. Les TCS ne sont pas une doctrine, mais une réflexion afin d'inventer une agriculture rentable, durable et écologique. Ces techniques agricoles cherchent à valoriser la diversité des agro-écosystèmes pour proposer des solutions adaptées aux situations locales. L'activité biologique du sol est favorisée. Elle remplace en partie le travail de l'agriculteur et l'énergie injectée dans le système. Cette démarche est soutenue par la FAO.
- Semis Direct (SD) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Semis\\_direct](http://fr.wikipedia.org/wiki/Semis_direct) : on utilise des semoirs adaptés, qui en un seul passage, ouvrent le sol très localement avec des disques, déposent la graine et de l'engrais solide dans cette ligne de semis puis la referment. La technique du semis direct est facilitée par l'utilisation d'herbicides pour l'élimination des adventices (les mauvaises herbes), avant le semis, afin d'avoir un champ "propre" au moment de celui-ci. L'élimination des adventices était une des fonctions du labour, on remplace alors une destruction mécanique coûteuse en énergie et en moyens (par retournement de la terre) par une destruction chimique - on parle d'ailleurs parfois de "labour chimique".

*Dans les deux cas précédents TCS et SD, le couvert végétal est en général détruit par désherbage chimique.*

- Le semis sous couvert consiste à l'implantation de cultures systématiques en couverture du sol. Les graines sont semées dans le couvert végétal (semoir spécifique), qui peut être détruit mécaniquement ou naturellement (plantes gélives).

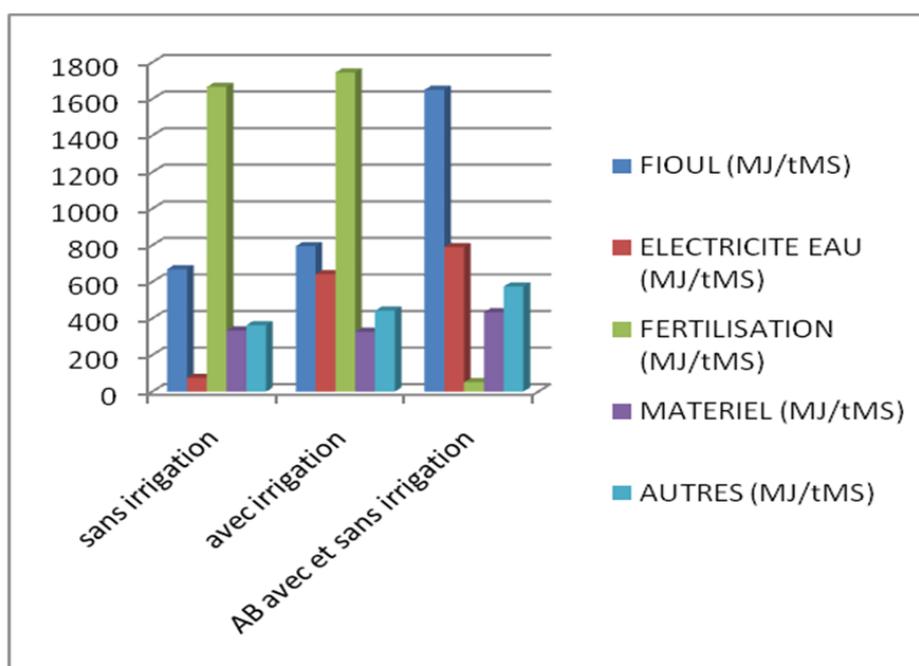
Pour augmenter l'efficacité énergétique des cultures on doit réfléchir à l'impact de l'irrigation sur le rendement de la culture et sur son coût énergétique.

- Pour les cultures sans irrigation les principaux postes de consommation sont par ordre décroissant : la fertilisation (53 %), le fioul (21 %) puis le matériel (11 %). Le poste électricité ne représente plus que 2 % des entrées énergétiques.
- Pour les cultures avec irrigation les principaux postes de consommation sont par ordre décroissant : la fertilisation (44 %), le fioul (20 %), l'électricité + énergie pour l'eau (16 %) puis le matériel (8 %).

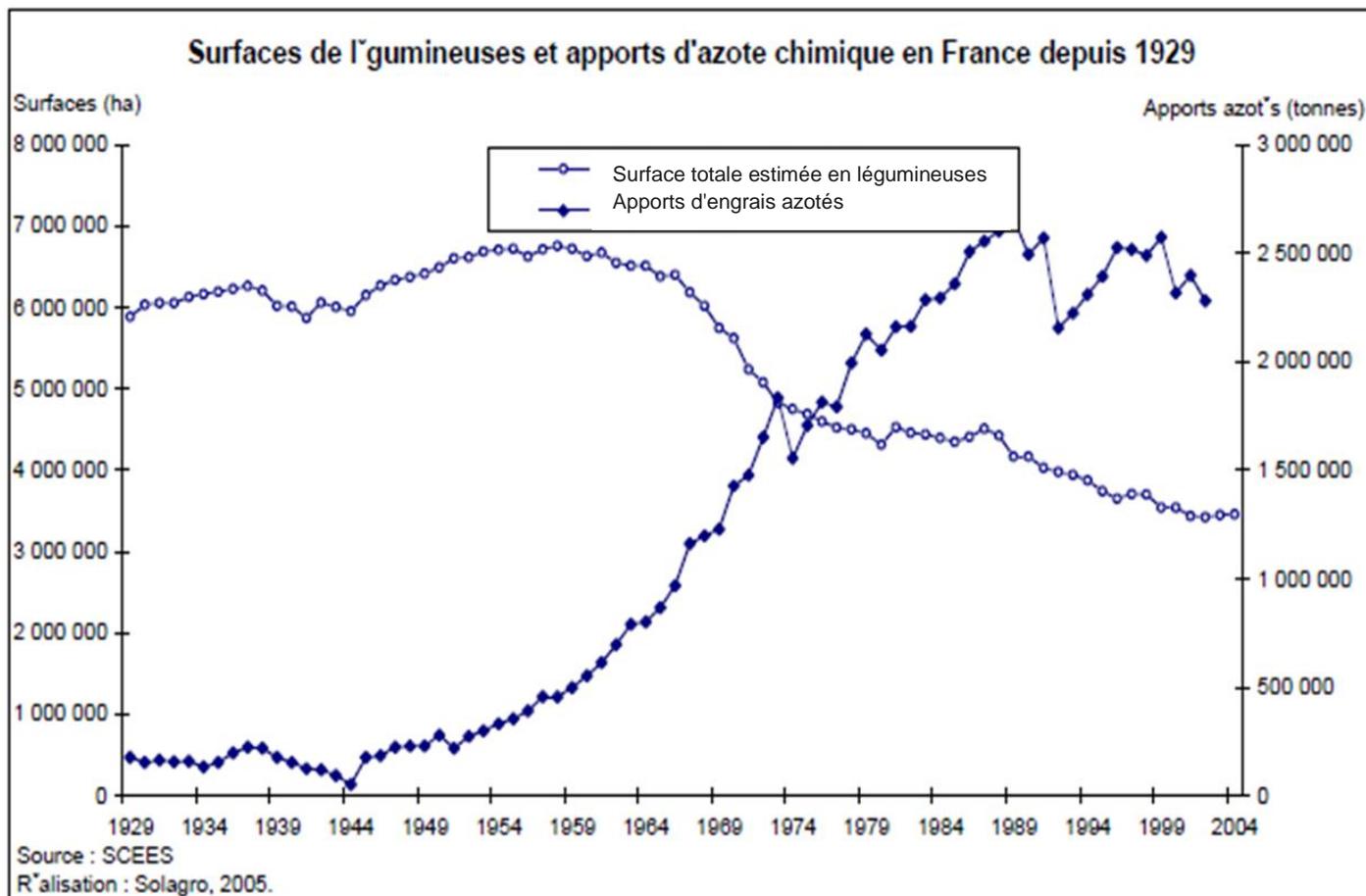
### Impact énergétique de l'irrigation.

Les données sont des moyennes sur des exploitations céréalières strictes

			sans irrigation	avec irrigation	AB avec et sans irrigation
SAU (ha)			165	167	98
Production COP (tonnes normes)	164	165	91	Production COP (tonnes normes)	164
kg N/ ha SAU		128	138	0	kg N/ ha SAU
kg P/ ha SAU		30	35	0	kg P/ ha SAU
kg K / ha SAU		16	23	0	kg K / ha SAU
M3 irrigation/ha SAU		0	70 711	46 253	M3 irrigation/ha SAU
			sans irrigation	avec irrigation	AB avec et sans irrigation
FIOUL (MJ/tMS)		669	795	1650	FIOUL (MJ/tMS)
ELECTRICITE EAU (MJ/tMS)	75	642	790	ELECTRICITE EAU (MJ/tMS)	75
FERTILISATION (MJ/tMS)		1665	1744	51	FERTILISATION (MJ/tMS)
MATERIEL (MJ/tMS)		334	327	433	MATERIEL (MJ/tMS)
AUTRES (MJ/tMS)		363	442	574	AUTRES (MJ/tMS)
Moyenne des consommations (MJ/ha SAU)	14469	19833	9237	Moyenne des consommations (MJ/ha SAU)	14469
Moyenne des consommations (MJ/tMS)	3106	3950	3498	Moyenne des consommations (MJ/tMS)	3106
% CO2			41	44	60
% CH4			0	0	0
%N2O			59	56	40
PRG (teqCO2/ha)		2,09	2,34	0,89	PRG (teqCO2/ha)
PRG (teqCO2/1000l)		0,378	0,466	0,333	PRG (teqCO2/1000l)



Le document ci-dessous montre que la croissance continue des consommations d'azote chimique puis sa stabilisation à partir de 1983 (autour de 2,3 à 2,6 millions de tonnes) est imputable pour une partie à l'effondrement des surfaces consacrées aux légumineuses (3,3 millions d'hectares depuis 1958). Une autre partie vient des excès de fertilisation.



Impact sur la consommation nationale de carburant si les techniques culturales sans labour atteignent environ 50% des surfaces semées (horizon 10-15 ans) :

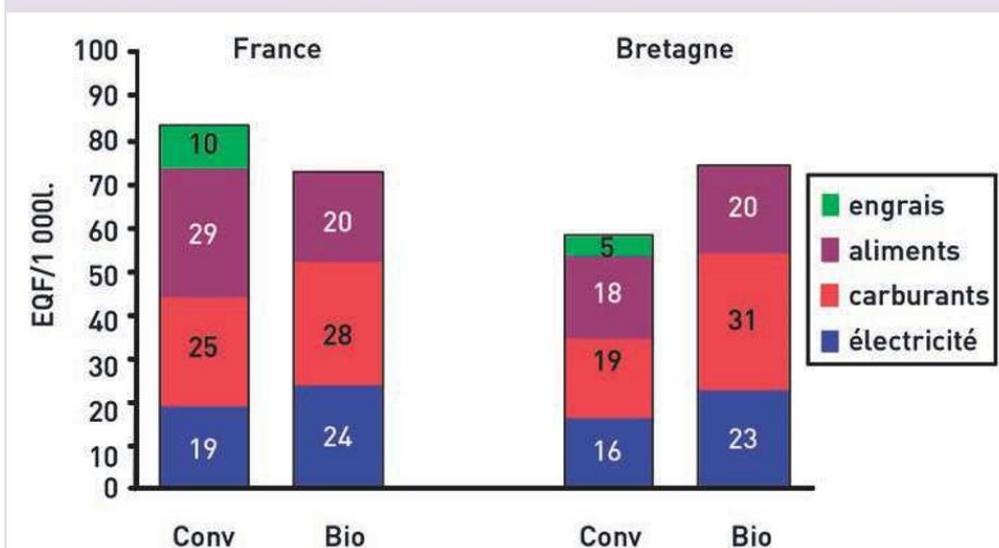
	labour	TCS	SD	Total	
Surfaces semées	7 036 900	2 569 962	5 639 374	15 246 237	
% des surfaces	46%	17%	37%	100%	
<i>ktep/an</i>	<i>labour</i>	<i>TCS</i>	<i>SD</i>	<i>total / opérations</i>	
Déchaumages	59	21	23	104	9%
Labour	147	0	0	147	12%
Préparations+semis	117	32	38	187	16%
Fertilisation - Traitements	88	36	80	204	17%
Récoltes - Transport	176	64	141	381	32%
<b>Total carburant</b>	<b>586</b>	<b>154</b>	<b>282</b>	<b>1 023</b>	<b>85%</b>
	49%	13%	23%	85%	-15%

Source : Estimations SOLAGRO

## Bilans énergétiques de la production de lait bio et conventionnel

	Moyenne bio	Moyenne agriculture conventionnelle
SAU (ha)	78	64
N minéral/ha (SAU)	2	39
Concentrés (kg)/VL	945	1486
Lait produit (L)	232551	256160
Lait produit (L)/ha SAU	2993	3972
Moyenne des consommations MJ/ha SAU	12060	19007
ELECTRICITE (MJ/1000l)	924	838
PRODUITS PETROLIERS (MJ/1000l)	1190	1092
ALIMENTATION	108	664
FERTILISATION (MJ/1000l)	569	1031
AUTRES (MJ/1000l)	1240	1161
Total consommation en MJ/1000L:	4031	4786
Efficacité énergétique	0.81	0.68
% CO2	16	17
% CH4	58	55
% N2O	26	29
PRG (teqCO2/ha)	5	5.76
PRG (teqCO2/1000l)	1.67	1.45

Consommations d'énergie de l'atelier laitier en élevages conventionnels et biologiques en France (96 élevages) et en Bretagne (22 élevages) exprimées en équivalent Fioul (EQF)



## Bilans énergétiques d'exploitations de porcs

	Exploitation 1	Exploitation 2	Exploitation 3	Moyenne	
SAU (ha)	37	37	58	44	
Viande vendue ( t viande vive)	706	308	253	422.33	
<b>Entrées:</b>					
FIOUL (MJ/tvv)	1617	1923	1147	1562.33	
Autres produits pétroliers (MJ/tvv)	353	413	83	283	
Electricité (MJ/tvv)	1903	2185	4428	2838.67	
Energie pour l'eau (MJ/tvv)	0	0	0	0	
Autre énergie directe (MJ/tvv)	0	0	0	0	
Achat aliment (MJ/tvv)	5073	5144	5377	5198	
Engrais et amendement (MJ/tvv)	404	869	1465	912.67	
phytosanitaire (MJ/tvv)	55	127	165	115.67	
Semences (MJ/tvv)	38	85	91	71.33	
Jeunes animaux (MJ/tvv)	0	318	127	148.33	
Matériels (MJ/tvv)	269	645	345	419.67	
Bâtiments (MJ/tvv)	531	303	182	338.67	
Autres achats (MJ/tvv)	0	0	363	121	
Consommation d'énergie des exploitations en MJ/tvv	10243	12012	13773	12009.33	
Efficacité énergétique	1.37	1.17	1.02	1.19	
<b>Emissions de gaz à effet de serre</b>					
% CO2	23	15	21	19.67	
% CH4	49	63	43	51.67	
%N2O	28	22	35	28.33	
PRG teqCO2/tvv	0.12	0.21	0.14	0.16	
PRG teqCO2/ha	2.29	1.75	0.61	1.55	