

Rencontres internationales “Le lait, vecteur de développement”, Rabat, 10-11 mai 2017

RESSOURCES EN EAU ET ÉLEVAGE LAITIER EN INDE

Les révolutions verte et blanche intimement liées ?

C. Aubron, B. Dorin, M. Vigne et O. Philippon



Une pression élevée sur les ressources en eaux souterraines...



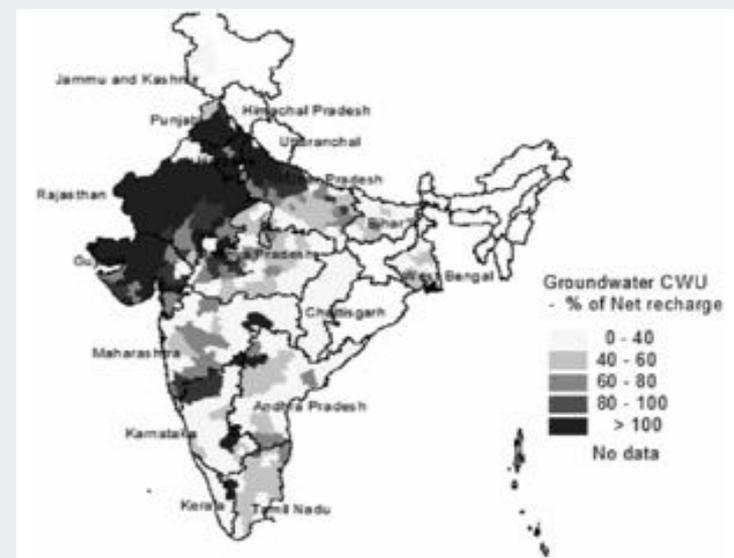
Global distribution of groundwater depletion in different part of the world (*Aeschbach-Hertig and Gleeson, 2012*)

... à laquelle contribuent principalement les activités agricoles

- Secteur agricole responsable de 90% des extractions d'eau (*Amarasinghe et al. 2007*)
- Irrigation : ~40% à partir de l'eau souterraine (*Fishman et al., 2015*)
- ~20 millions de forages en Inde, +0,8 million supplémentaire chaque année (*Shah, 2009*)

Un état critique dans certaines régions

Consommation en eau souterraine pour l'irrigation / recharge	Etat de la ressource	% des districts
> 100%	Sur-exploitation	15%
91-100%	Critique	4%
81-90%	Semi-critique	10%
≤ 80%	Pérenne	71%



Durabilité des consommations agricoles d'eaux souterraines par district en 2008 et 2009
(Amarasinghe et al., 2012)

Irrigation et énergie fossile sont indissociables

21-23 millions de pompes en 1999 (*IWMI, 2004*)

- 2/3 Electrique
- 1/3 Diesel

3/4 production d'électricité à partir d'énergie fossile (2007-08) (*Planning commission, 2014*)

- Fioul
- Charbon

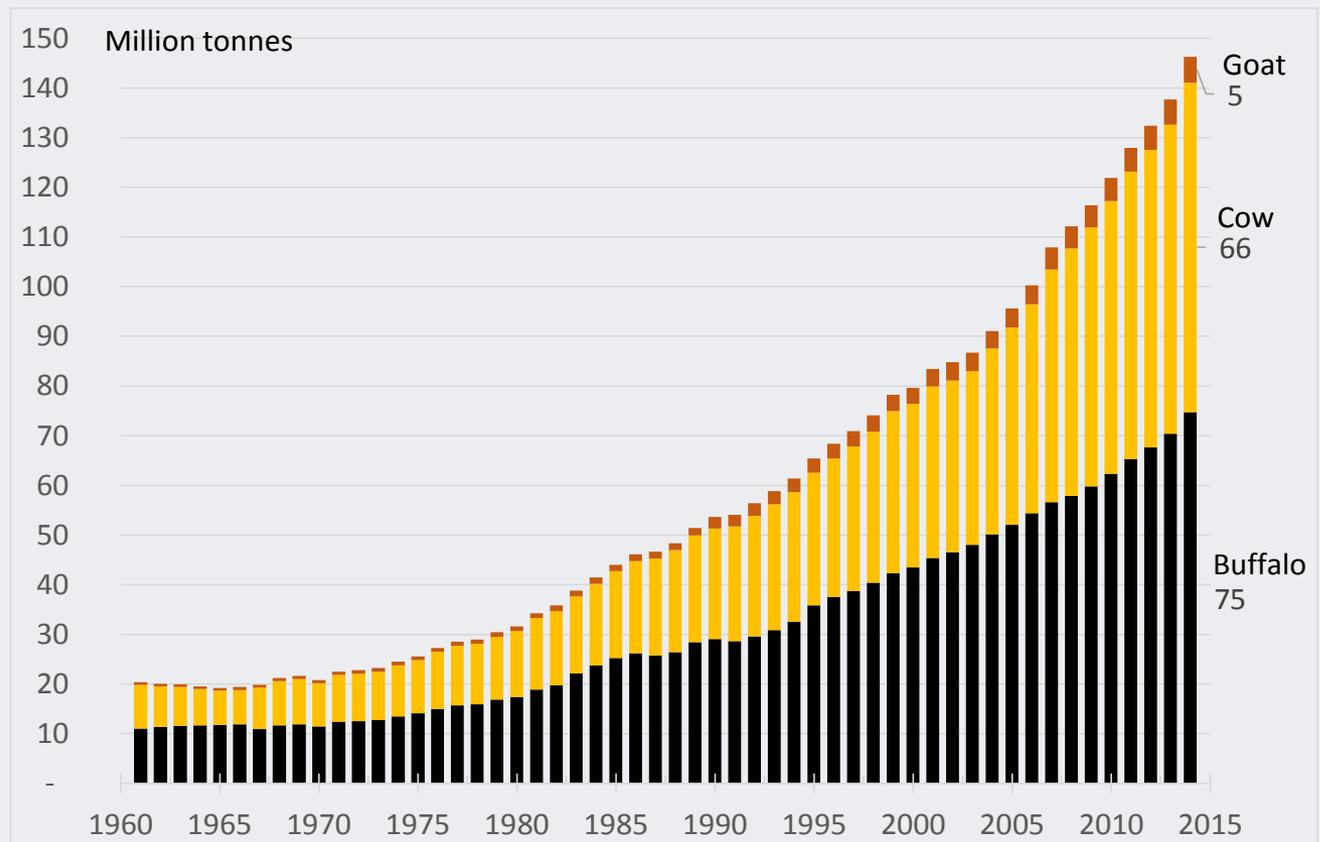


Le premier producteur mondial de lait

- Plus grand cheptel de bovinés au monde : 192 millions de bovins et 108 millions de buffles (*Livestock census, 2012*)

Milk Production (whole fresh)

(data source: www.fao.org/faostat)



Partie I

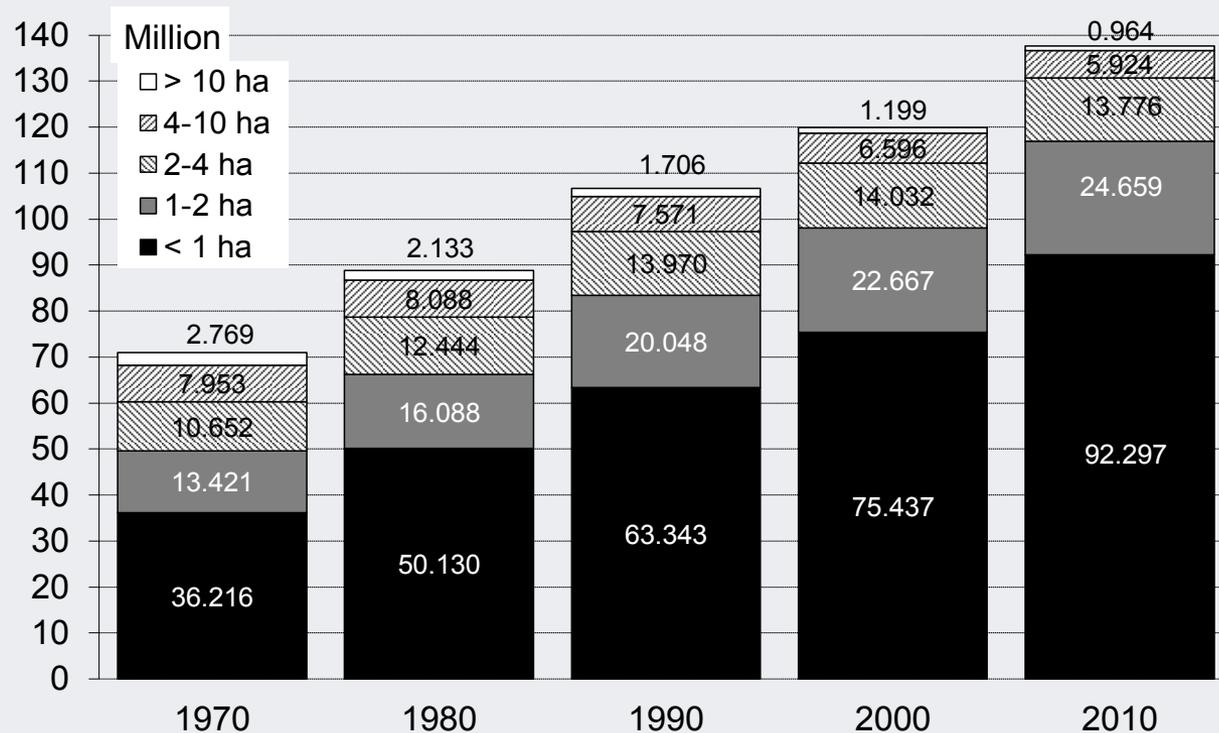
Economie politique des révolutions verte et blanche



La révolution blanche : une voie alternative d'accroissement de la productivité à l'hectare ?

Farm holdings

(source: Dorin & Aubron, 2016)

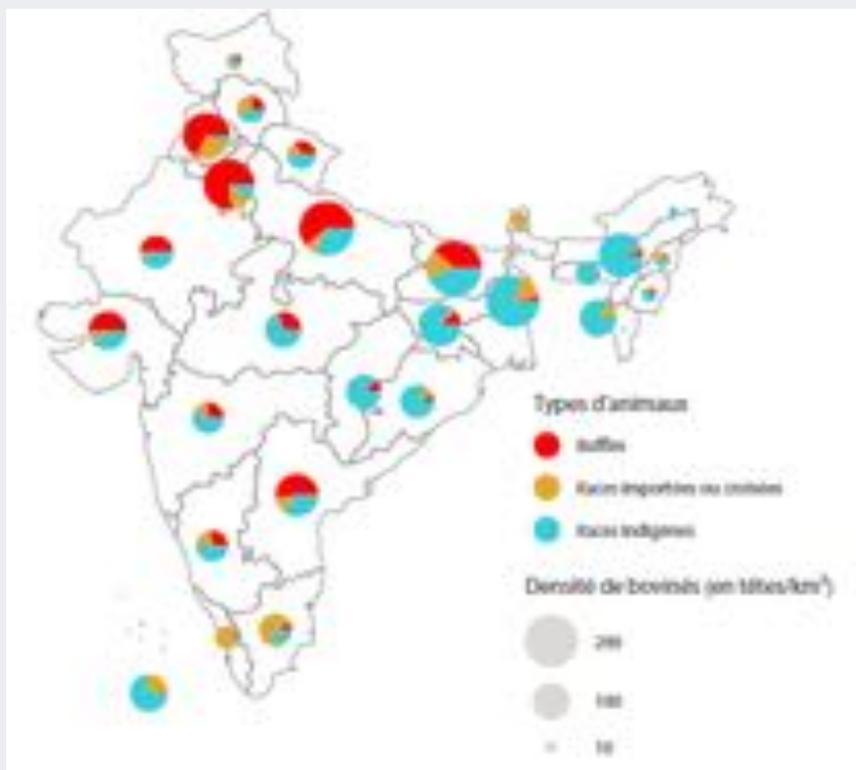


0,65 ha par
actif
agricole
(deux fois
moins qu'en
1960)

Quelles régions ?

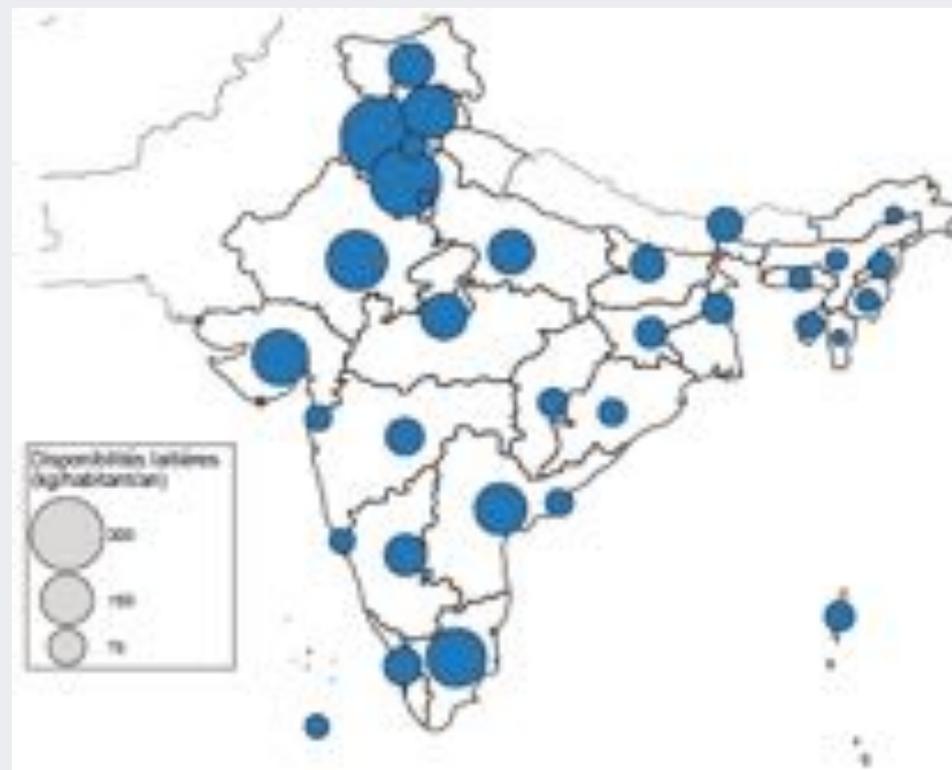
Densité de bovins en Inde

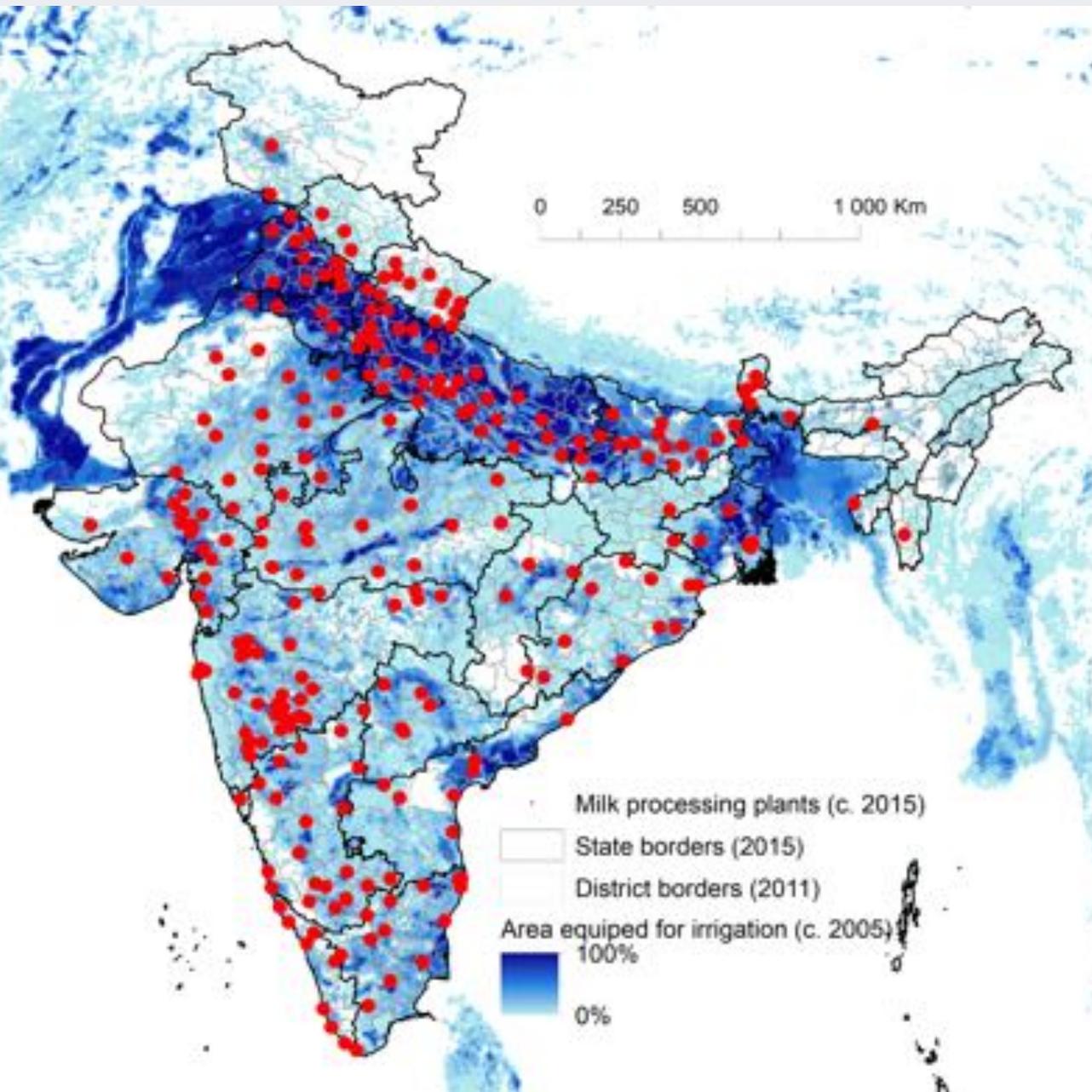
(GEB-Institut de l'Élevage, 2015, d'après le recensement de cheptel indien de 2012)



Disponibilité de lait par habitant et par an

(GEB-Institut de l'Élevage, d'après DHAD)





Irrigation & Milk processing plants of dairy cooperatives (circa 2015)

(data sources: NDDDB, 16/05/2016: plants ; FAO-Aquastat-GMIAv5: irrigation ; mapping: Dorin with ArcGis, 04/05/2017, provisional)

Quelles familles ?

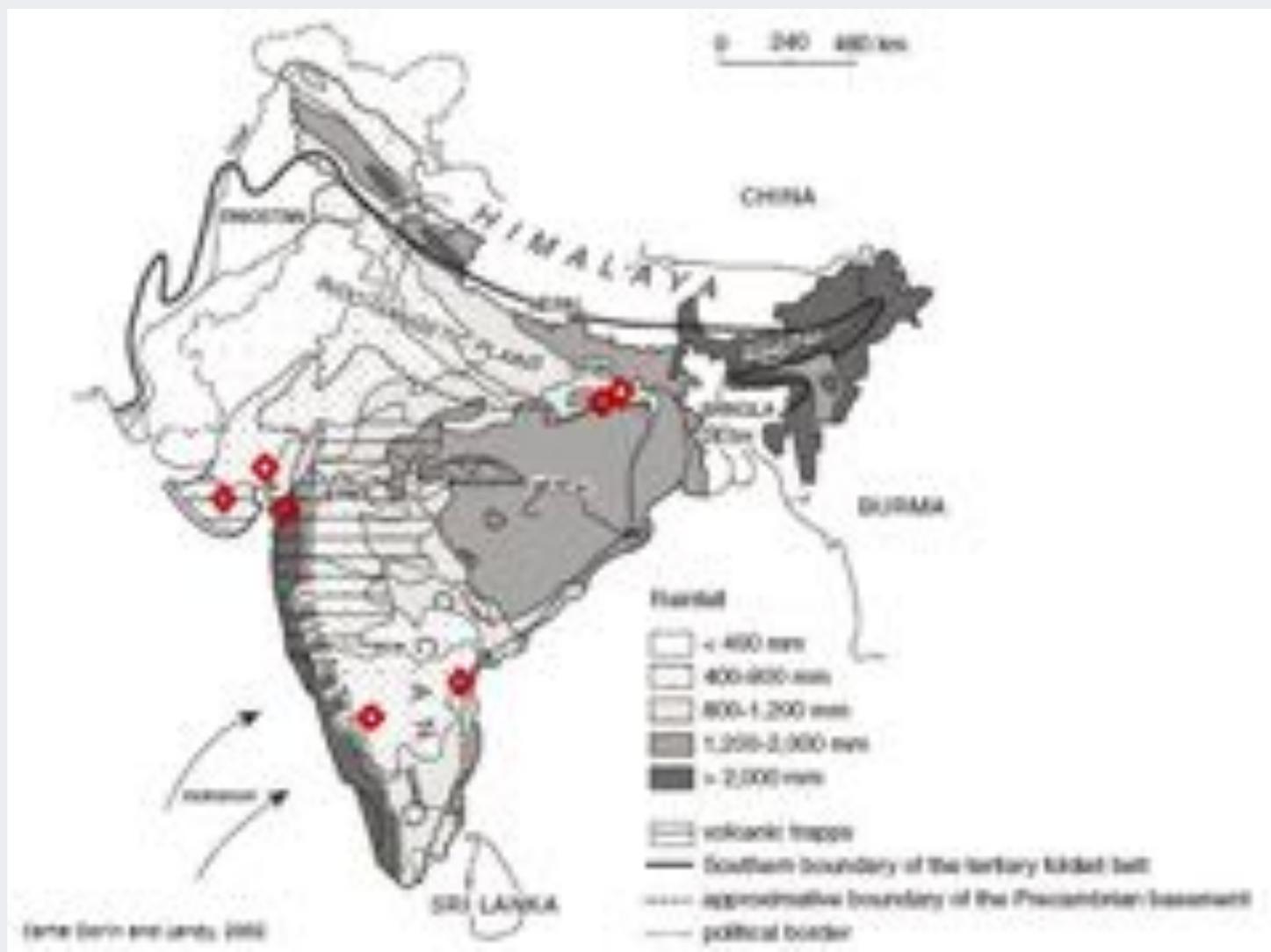
Une approche à l'échelle de l'Inde

- 40 à 90 millions de fermes produisant du lait
- Taille moyenne des troupeaux (*Livestock Census, 2012*):
 - 3 bovins ou buffles par élevage qui en possède
 - Incluant 1 ou 1,3 femelle laitière, respectivement vache ou bufflesse
- Accès à la terre (*NSS, 2012-2013*):
 - 70% des bovins et des buffles de l'Inde dans des fermes disposant de moins d'1 ha de terres cultivées (et pour certaines sans terre)
 - Les fermes cultivant plus de 10 ha posséderaient moins de 1% du cheptel national de bovinés



Quelles familles ?

Analyse approfondie dans 7 cantons



Typologie simplifiée des exploitations produisant du lait dans 7 cantons

(Aubron et al., ns)

	Surface cultivée	Irrigation	Troupeau	Alimentation			
				Végétation spontanée	Résidus de culture	Cultures fourragères irriguées	Concentrés achetés
Grandes exploitations patronales	4 à 50 ha	oui	2 à 3 vaches croisées ou bufflesses				
			7 à qq 10 ^{aines} de vaches crois. ou buf		++	++	+++
Petites exploitations familiales	0,3 à 4 ha	oui	1 à 4 vaches croisées ou bufflesses	+	++	+	++
		non	1 à 3 vaches locales ou bufflesses	++	++		+
Elevages sans terre	0	∅	1 à 2 bufflesses	+++	+		+
			≈ 10 vaches locales ou bufflesses				

Partie II

Consommations d'eau et d'énergie fossile pour l'irrigation dans l'élevage laitier indien



Consommations d'eau de l'élevage laitier indien

Contribution importante de l'élevage laitier

(Amarasinghe et al., 2012)

- Eau consommée pour l'irrigation pour la production de fourrages et concentrés et pour l'abreuvement équivalente à la consommation d'eau pour la production de canne à sucre et de blé
- ~ 10-12% des consommations totales par les activités agricoles



Efficienc e d'utilisation de l'eau souterraine faible et hétérogène



- Global (Amarasinghe et al., 2012) : **0,49 USD/m³** (de 0,12 [canne à sucre] à 1,19 [fruits/légumes])
- Gujarat (Singh et al., 2004) : **0,09 USD/m³** (de 0,08 [blé] à 0,27 [pomme de terre])
- Bassin Indo-Gangétique (Clement et al., 2010) : **0,01-0,34 USD/m³** (semi-intensif < intensif)

Evaluation des consommations d'énergie fossile directes et indirectes de 4 systèmes laitiers en Inde

(Vigne et al., ns)



Petite exploitation familiale dans une zone sans irrigation

0,7 ha of non irrigated crops (rice, finger millet)

1 indigenous cow, 2 indigenous bullocks
grazing spontaneous green fodder

⇒ **Producing 150 L / fe / yr**



Elevage sans terre dans une plaine irriguée

No cultivated land

1 she-buffalo

grazing spontaneous green fodder, straws, few concentrates

⇒ **Producing 600 L / fe / yr**



Petite exploitation familiale avec irrigation

0,3 ha of irrigated land (tobacco, millet, rice)

2 she-buffalos

spontaneous green fodder, napier, millet and rice straws, concentrates

⇒ **Producing 1000 L / fe / yr**



Grande exploitation patronale avec irrigation

6,5 ha of irrigated land (rice, wheat, dal, berseem)

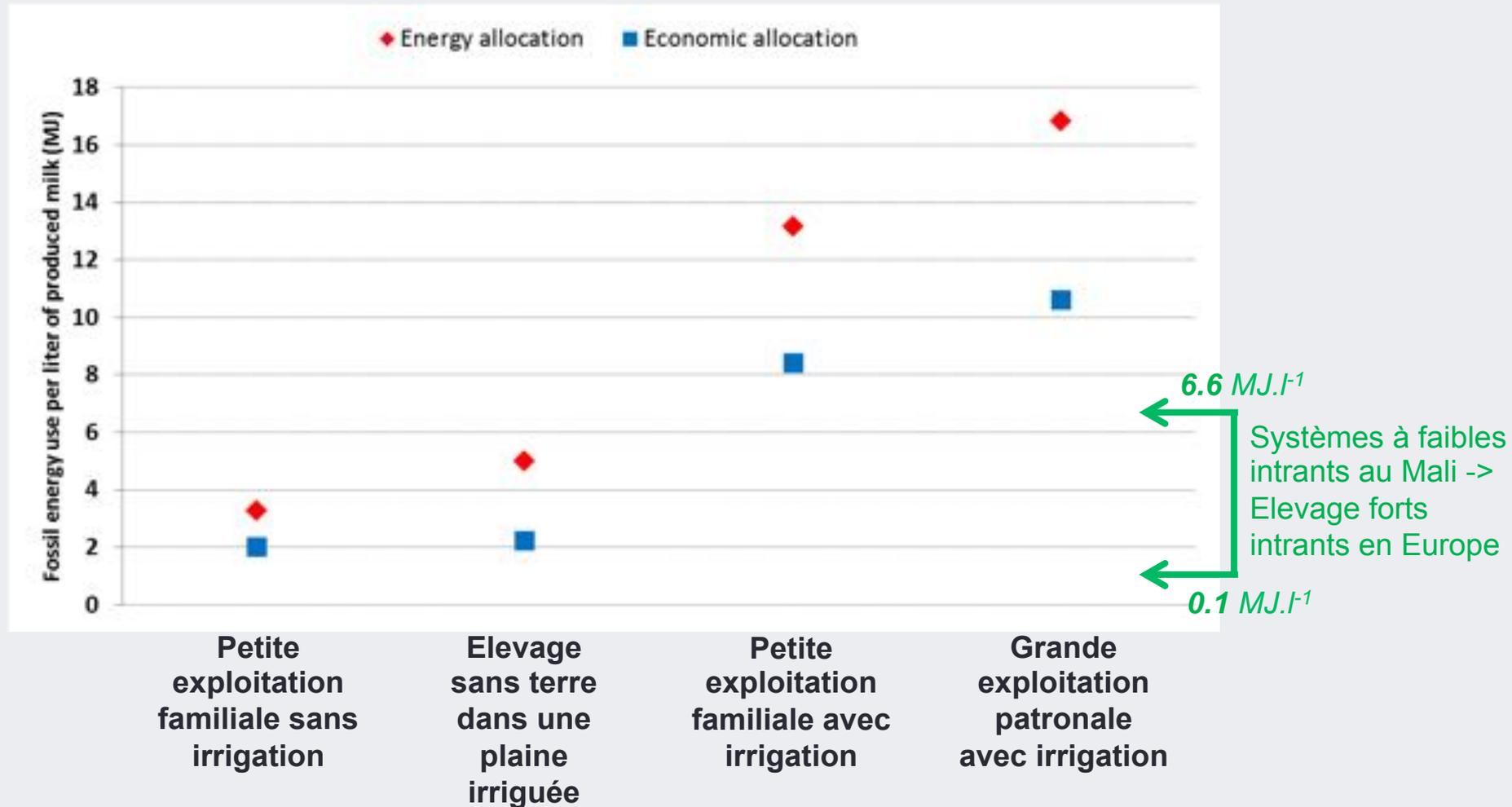
7 cross-bred cows

fodder crops, straws and concentrates

Producing 2500 L / fe / yr

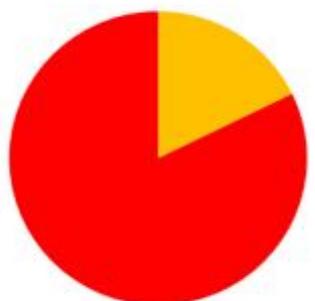


Des consommations variables et plutôt élevées en comparaison de la littérature



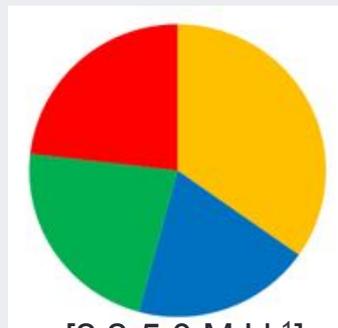
Energie directe pour l'irrigation des fourrages*
(cultivés et résidus) : **6-20% des consommations**
totales d'énergie fossile pour les systèmes en
zone irriguée

Petite
exploitation
familiale sans
irrigation



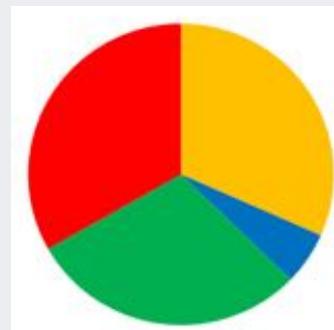
[2.0-3.3 MJ.l⁻¹]

Elevage
sans terre
dans une
plaine
irriguée



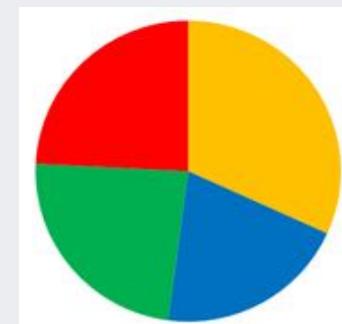
[2.2-5.0 MJ.l⁻¹]

Petite
exploitation
familiale avec
irrigation



[7.9-11.8 MJ.l⁻¹]

Grande
exploitation
patronale
avec irrigation



[10.6-16.9 MJ.l⁻¹]

- Autres
- Irrigation des fourrages*
- Concentrés achetés
- Fertilisation des fourrages*

Partie III

Vers une évaluation de l'impact de l'élevage sur la qualité de l'eau

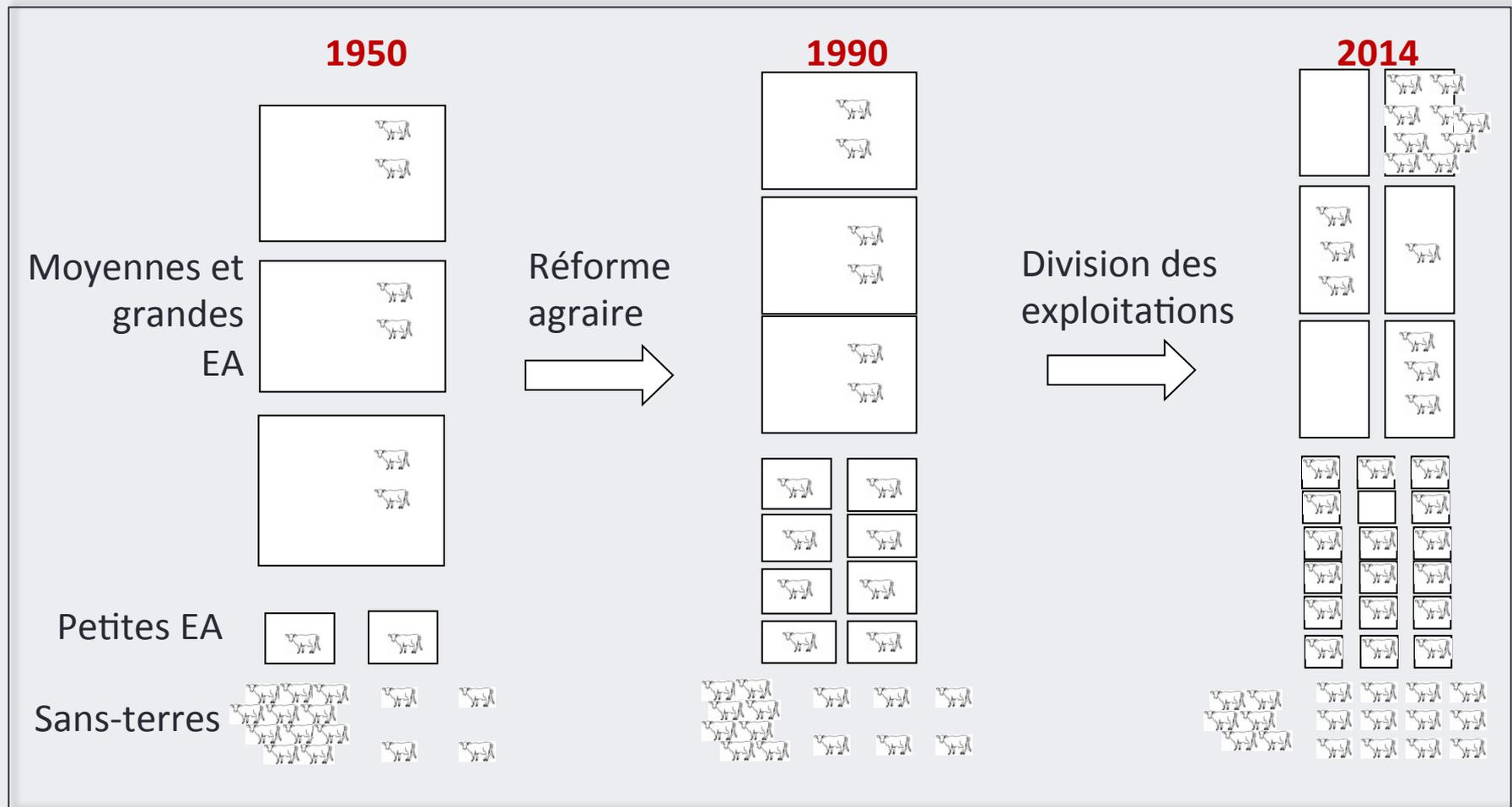


Un territoire densément peuplé et “intensivement” cultivé (Lucas, 2014) :

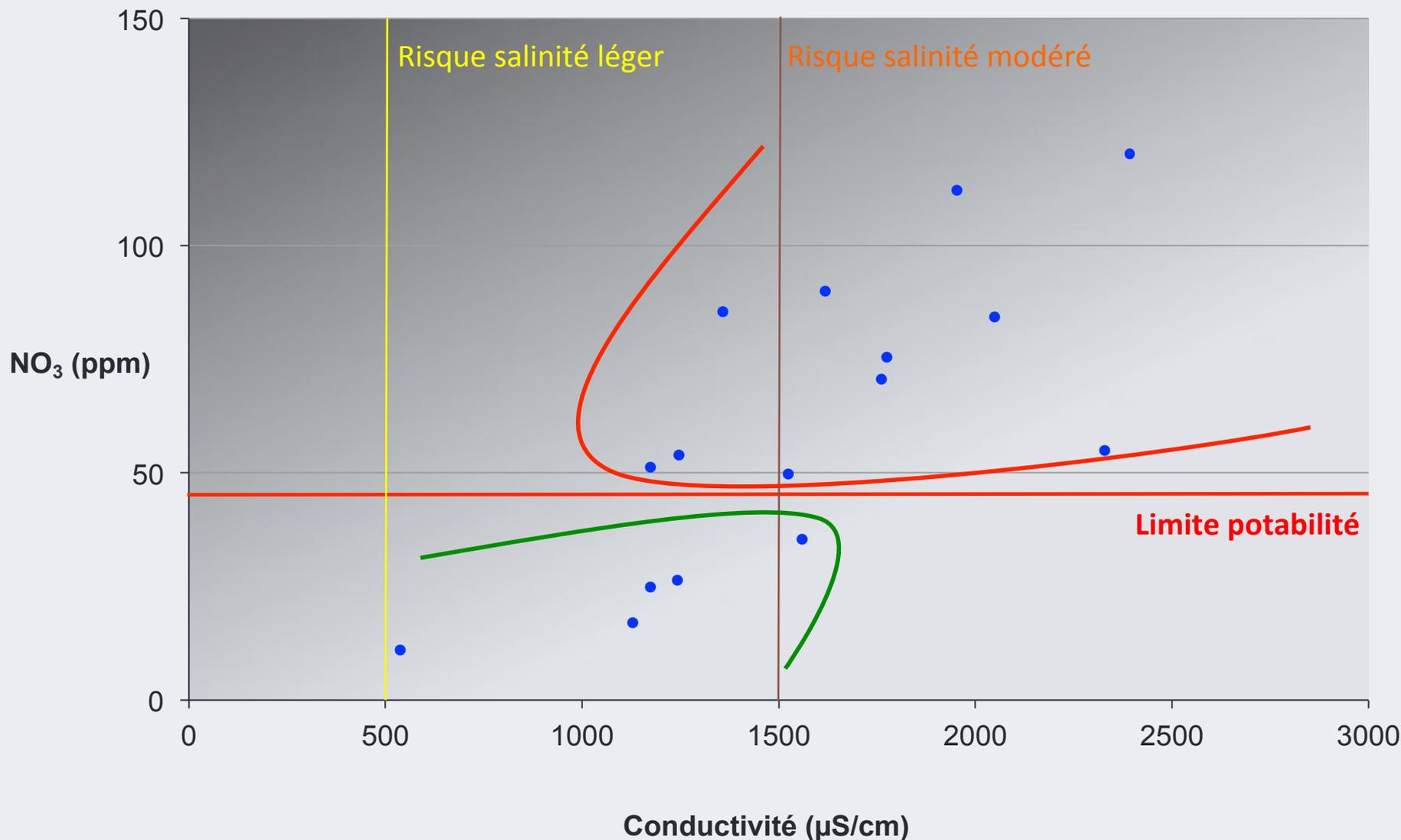
Densité démographique : ≈ 550 hab / km²

Contrastes socio-fonciers : SAU max des EA = 5 à 6 ha ; mais large majorité < 1ha
et nombreux paysans sans terre

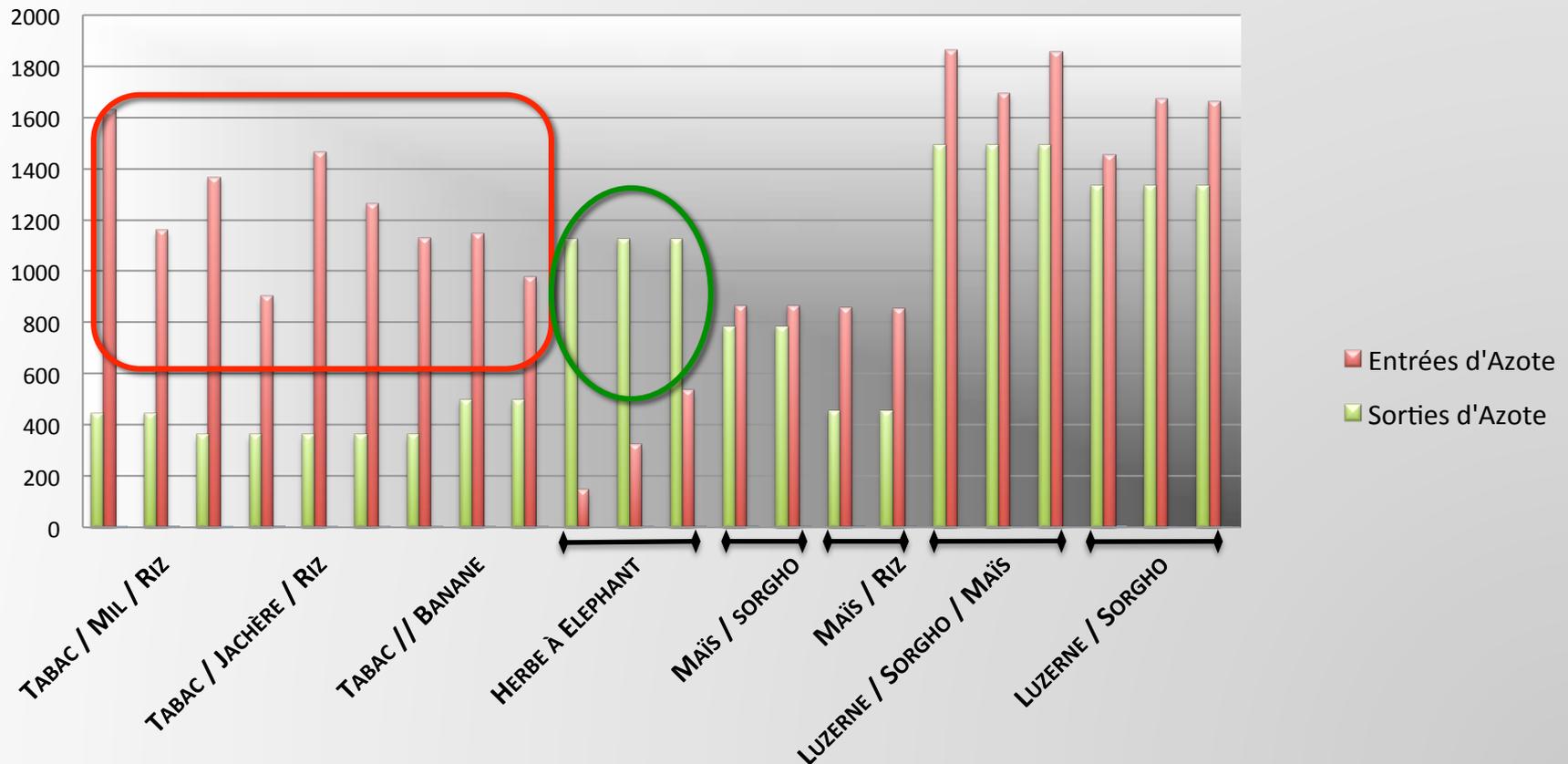
Densité des bovins : 2,8 bovins par ha (village de Davalpura)



L'eau des nappes fortement chargée en NO_3 , village de Davalpura
(Lesens et al., 2015) :

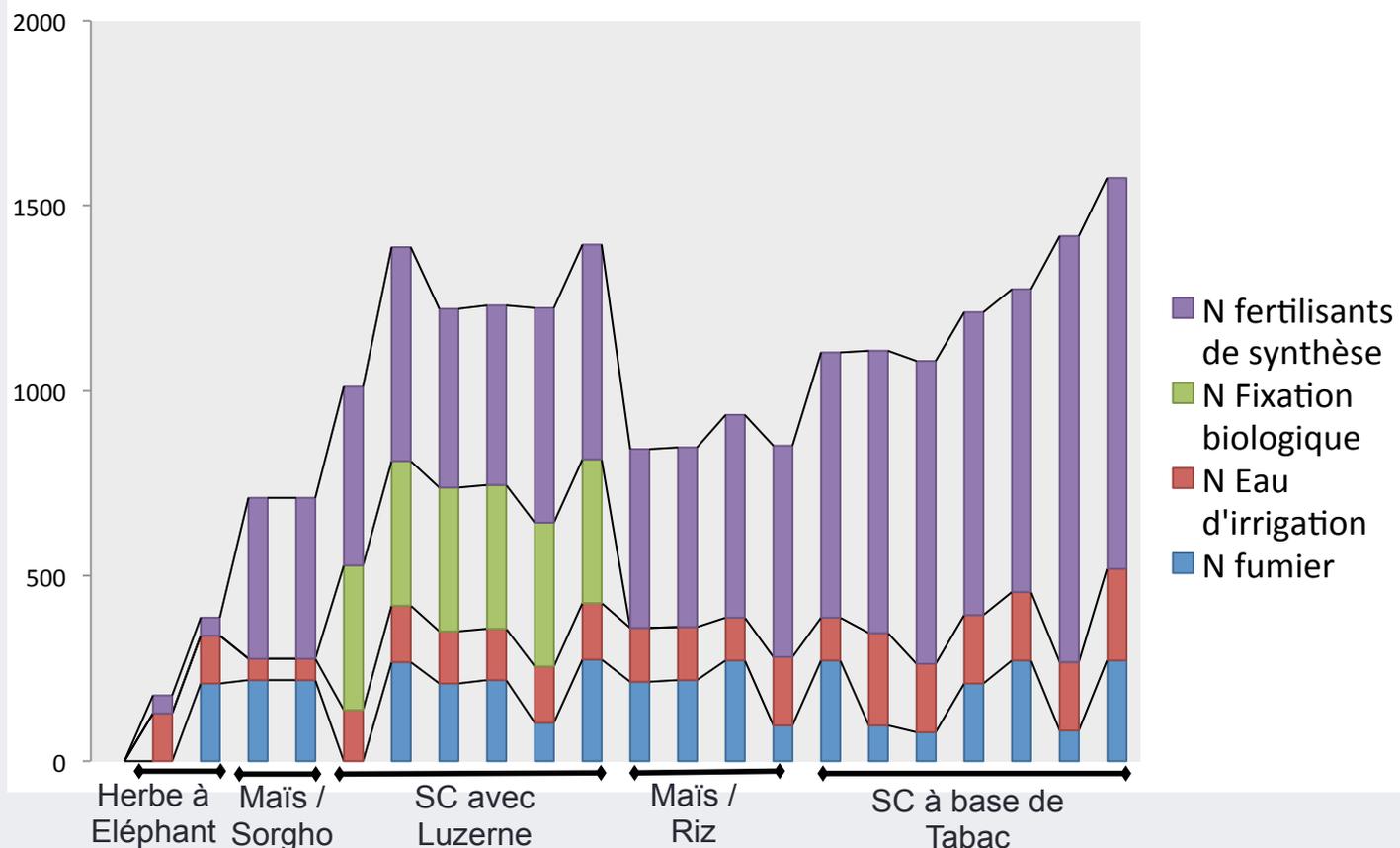


Un bilan excédentaire en azote *(Lesens et al., 2015; Upton et al., 2016)*



- Un bilan excédentaire en azote ...
 - Pour quasiment tous les systèmes de culture
 - Pour tous les types d'exploitations
- Des excédents particulièrement élevés pour les SC à base de tabac : 500 → >1100 kg / ha / an !
- Une balance déficitaire en azote pour les systèmes de culture « Herbe à Eléphant » ; - 600 → - 1000 kg / ha / an

Une faible contribution de la fumure organique (*Philippon et al., ns*)



- Les entrées d'azote sont d'abord liées aux grandes quantités d'engrais minéraux utilisés, surtout sous forme d'urée.
- D'après ce travail, les apports moyens d'engrais minéraux correspondent aux excédents moyens de N des bilans...



Révolutions verte et blanche : des liens étroits

- **Complémentaires** :
 - en termes d'utilisation de l'eau d'irrigation dans les régions concernées par la révolution verte
 - en termes de familles concernées
- **Faible efficacité** de l'élevage laitier indien par rapport à l'eau souterraine et l'énergie fossile pour la pomper ; mais exploitations au cœur de la révolution blanche ne sont pas les plus inefficaces et, comme elles sont nombreuses, contribuent fortement à la **production laitière nationale** et **création d'emploi**.
- Qualité de l'eau : l'élevage comme solution et non comme problème ?