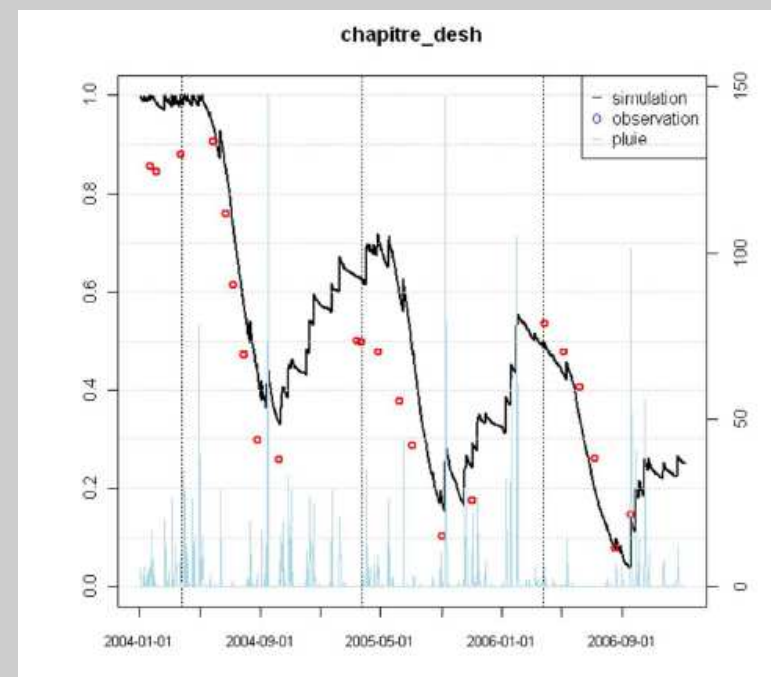
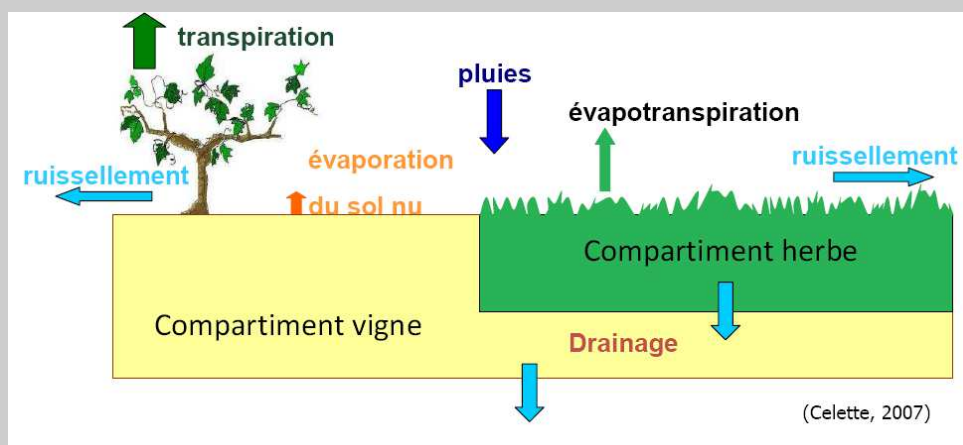


PROJET CASDAR- Erreurs Cas d'étude « Vigne »

Sébastien Roux (UMR SYSTEM) et Xavier Delpuech (IFV)

Avec la contribution de
G.Daudin, R.Metral, J.Wery (UMR System)
JC. Payan (IFV)
F.Brun (ACTA) et D.Wallach (UMR AGIR)



Plan de la présentation

1. Contexte de l'étude :

1. Modèle(s) de vécu hydrique
2. Applications recensées de ce modèle
3. Objectifs et Méthodologie

2. Analyse des pratiques des utilisateurs

1. Définition du cadre de référence et d'un domaine de validité
2. Formalisation des scénarios d'utilisation à partir de l'accessibilité à la mesure

3. Caractérisation sous forme d'estimation d'incertitude

1. Procédures d'approximation et incertitude associée
2. Méthode de propagation par simulation

4. Illustration sur un cas: Irrigation basée modèle

1. Principe de l'utilisation d'un modèle pour cette application
2. Cas d'étude et résultats

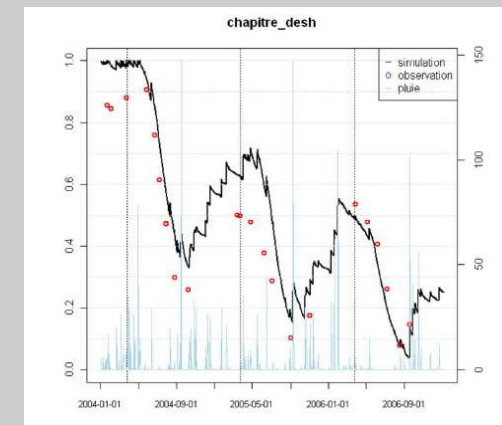
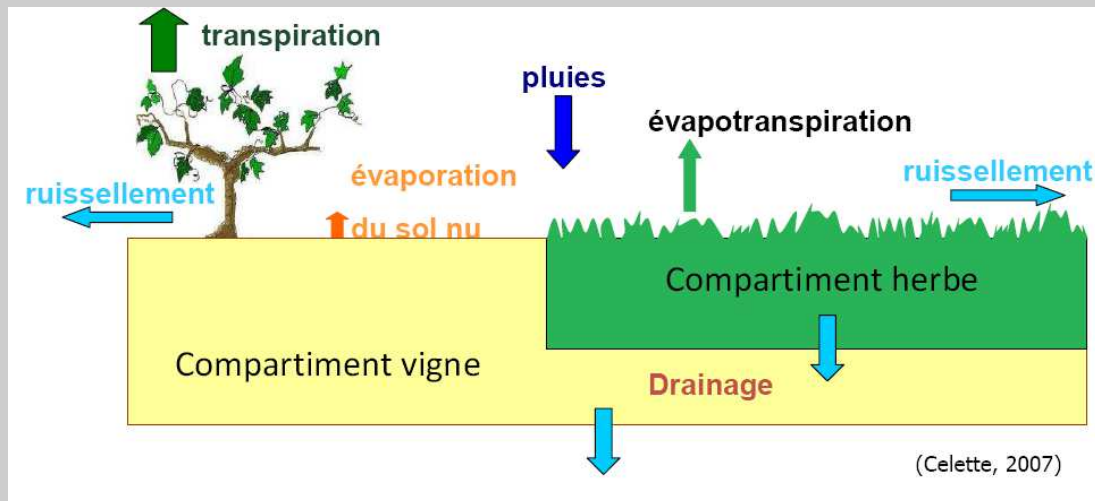
5. Conclusion : enseignements et perspectives



1. Contexte de l'étude :



1. Modèle de bilan hydrique



Références

- Modèle "sol nu" : [Lebon et al, 2003]
Lien FTSW-PHFB : [Pellegrino et al, 2004]
Outil de diagnostic : [Pellegrino et al, 2006]
Modèle Walis (enherbé): [Celette et al, 2010]
Validation : IFV, 2008-09 [Delpuech et al., 2010]

1. Contexte de l'étude :

1. Modèle(s) de vécu hydrique
2. Applications recensées de ce modèle

- *A priori*

Analyse itinéraires d'entretien des sols (Inra)

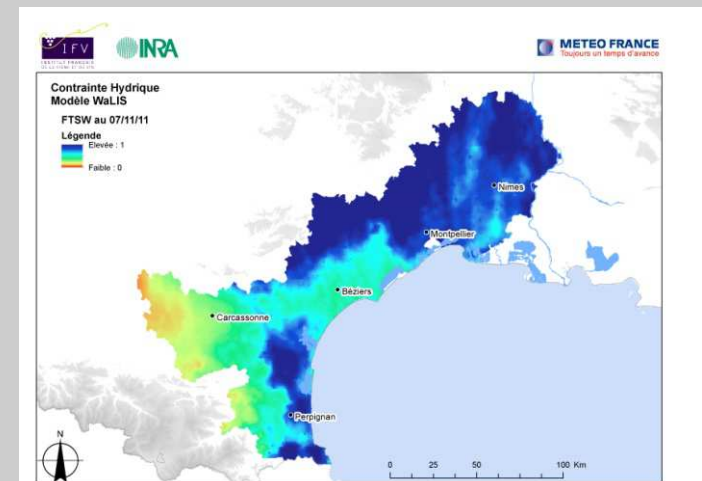
Aptitude des sols à l'enherbement (IFV)

- *En cours de saison*

Bulletin irrigation (CA)

Bilan en cours de saison (IFV, CA, Cirame)

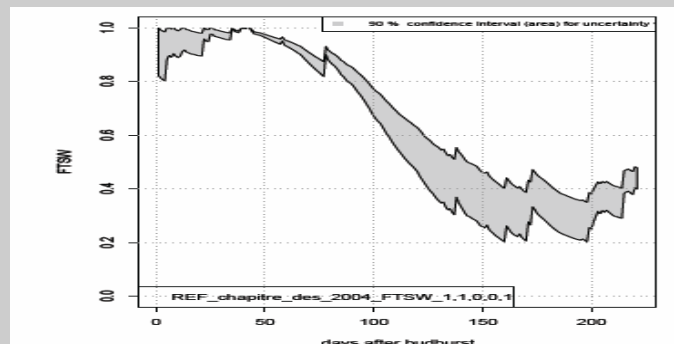
Cartographie régionale (IFV)



1. Contexte de l'étude

Spécification du cas d'étude

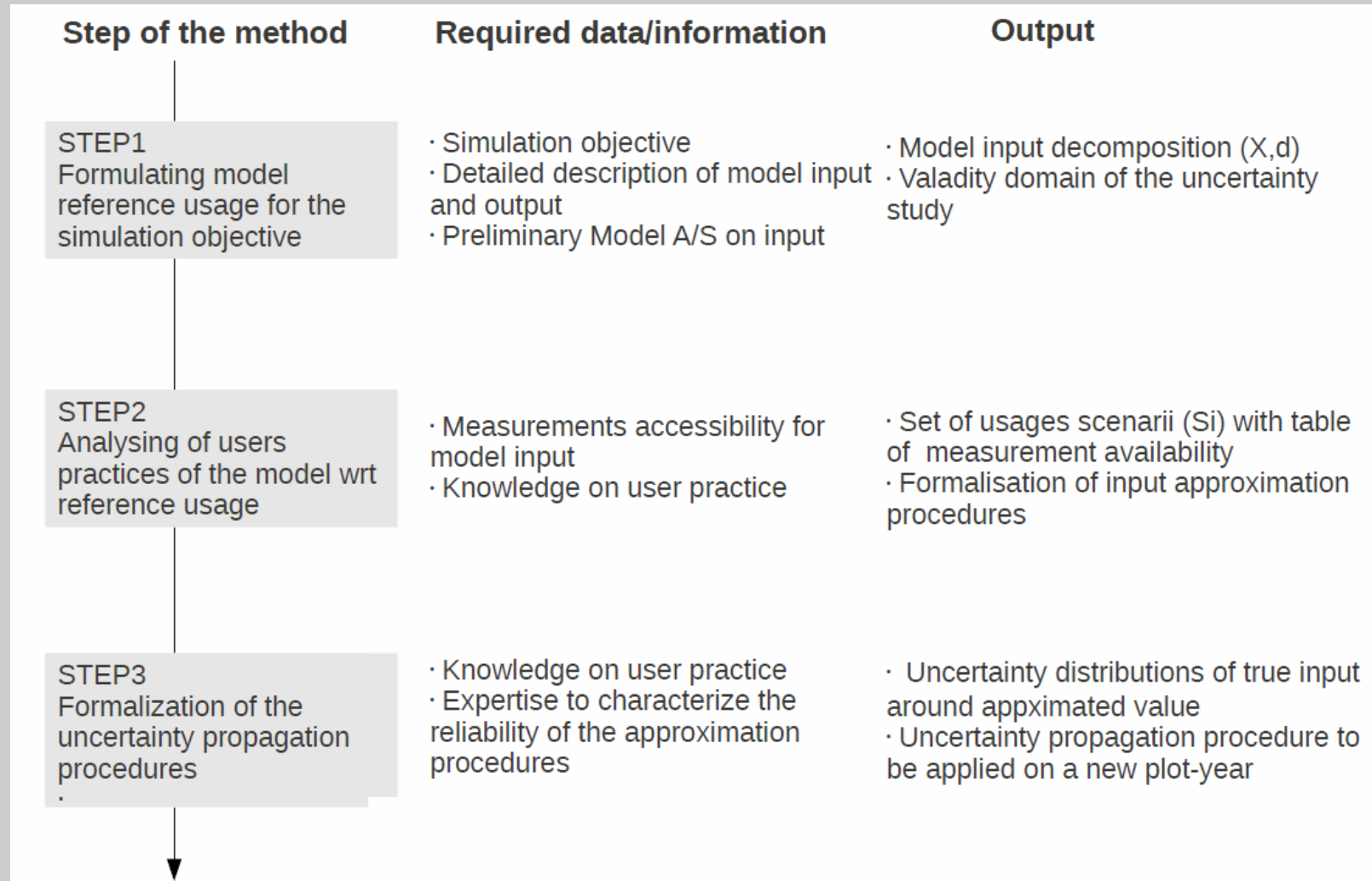
- **Utilisation de type « parcelle réelle »**
 - Suivi de la FTSW sur 1 an à partir du Dbt
 - Cadre incluant plusieurs niveaux d'approximations des entrées
- **Méthode pour générer des intervalles de prédiction** autour de la FTSW dues aux entrées approchées



- **Une illustration** avec une règle de décision issue du modèle : irrigation basée FTSW

Contexte de l'étude

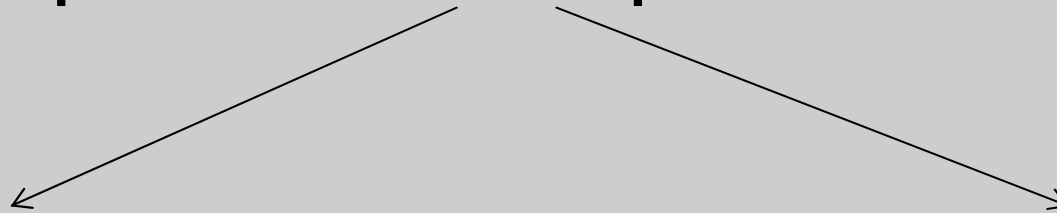
Méthodologie en 3 étapes



2. Analyse des pratiques des utilisateurs

Définition du cadre de référence et d'un domaine de validité

- Article scientifique de présentation du modèle (Celette et al,2010)
- Analyse de sensibilité préliminaire
- Pratique sur deux sites expérimentaux



Décomposition des entrées du modèle :

$f(X,d)$

X : entrées à mesurer / site

année

d : entrées & paramètres fixes

le domaine d'étude



Domaine de validité de l'étude :

- Vignobles en région méd.
- Desherbés ou enherbés

(enherbement typique=reference)

- Propriétés évaporantes typique
- Conduite système typique

2. Analyse des pratiques des utilisateurs

Définition du cadre de référence et d'un domaine de validité

Simulation software input			Model reference usage	
			X_{ref}	d
inter-cropping system	P_{ic}	proportion of soil covered by the intercrop	yes	–
	P_g	maximum effective depth for grass cover roots		1
Soil Water	$TTSW_{tot}$	total transpirable water	yes	–
	$FTSW^0$	initial water stress level	yes	–
Simulation duration	d^0	date of the first simulation day	yes	–
	d^{end}	date of the last simulation day		1/11
Soil Evaporation and run-off	bare soil evaporation	b_1, b_2		14, 0.15
		U		2.7
	run-off on bare soil	s_1^{bare}, s_2^{bare}		12.7, 28
		CN^{bare}		–
	run-off on grass-cover	s_1^{cover}, s_2^{cover}		35.6, 53
		CN^{cover}	yes	–
vineyard processes	dynamic of crop coefficient	d_{bud}		–
		$dd_{k_{max}}$		600
		d_{transp}		1/11
	water stress	k_{max}	yes	–
		WI^v		0.4
grass-cover processes	LAI^0	initial LAI		0.3
	LAI_{rate}	LAI growth rate parameter		0.9
	$LS S_{min}$	degree-days of the green leaf life period		700
	$WI^{s,1}$	water stress parameter on LAI growth		0.9
	$WI^{s,1}$	water stress parameter on transpiration		0.6
	NNI	nitrogen nutrition index		0.3
	ϵ	coefficient of extinction		0.6
k_{max}^s	maximum crop coefficient		0.95	
grass-cover cuts	LAI_{cut}	LAI threshold to trigger grass-cover cuts		3
	LAI_{res}	LAI after grass-cover cuts		0.3
climate	$R(t)$	rainfall	yes	–
	$T(t)$	mean temperature	yes	–
	$ETP(t)$	reference evapo-transpiration	yes	–

Table 3: Walis input and parameters from the user point of view

2. Analyse des pratiques des utilisateurs

Formalisation des scenario d'utilisation à partir de l'accessibilité à la mesure

Walis input name (X)	input signification	measurement accessibility
P_{ic}	proportion of soil covered by the intercrop	1
d_{bud}	budburst date (and first simulated day)	1
$CN = CN^{cover}, CN^{bare}$	"curve number" parameters	3
k_{max}	maximum crop coefficient	1
$TTSW_{tot}$	total transpirable water	2
$FTSW^0$	initial water stress level	2
$R(t), T(t), ETP(t)$	daily rainfall, temperature and evapo-transpiration	1

Table 1: Selection of the most relevant Walis model input for of contextualized uncertainty study. Their accessibility was ranked by experts on a 3-point scale from "1" (very accessible) to "3" (required very specific measurement instruments)

2. Analyse des pratiques des utilisateurs

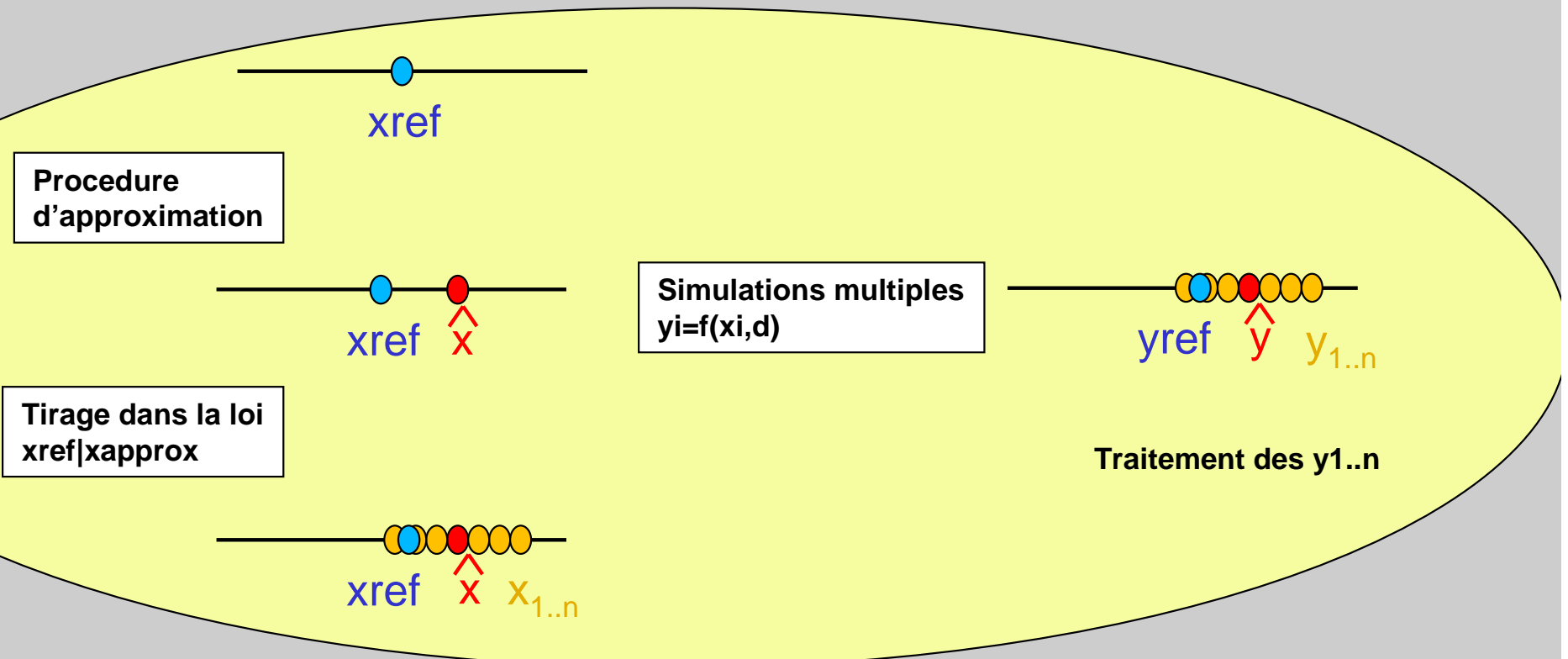
Formalisation des scenario d'utilisation à partir de l'accessibilité à la mesure

Scenario name	p_{ic}	d_{bud}	k_{max}	CN	$TTSW_{tot}$	$FTSW^0$	R, T, ETP	Scenario description
U_{ref}	1	1	1	1	1	1	1	measurements are done (reference usage)
U_1	1	1	1	0	1	1	1	only measurements for run-off are missing
U_2	1	1	1	0	1	0	1	measurements for run-off and water stress level at budburst are missing
U_3	1	1	1	0	0	0	1	measurements for maximum crop coefficient and local weather data are available
U_4	1	1	1	1	0	0	1	measurements for water stress level at budburst and soil water content are missing
U_5	1	1	0	0	0	0	1	only local weather data are available
U_6	1	1	1	1	1	1	0	only local weather data are missing
U_7	1	1	0	0	0	0	0	no measurement available on the plot

Table 2: Usage scenarios expressed in terms of input measurements availability for the Walis model. For each input, 1 (resp. 0) means that measurements are available (resp. unavailable). The proportion of intercropped area (p_{ic}) and the vineyard budburst date d_{bud} are supposed easily accessible and always measured.

3. Caractérisation sous forme d'estimation d'incertitude

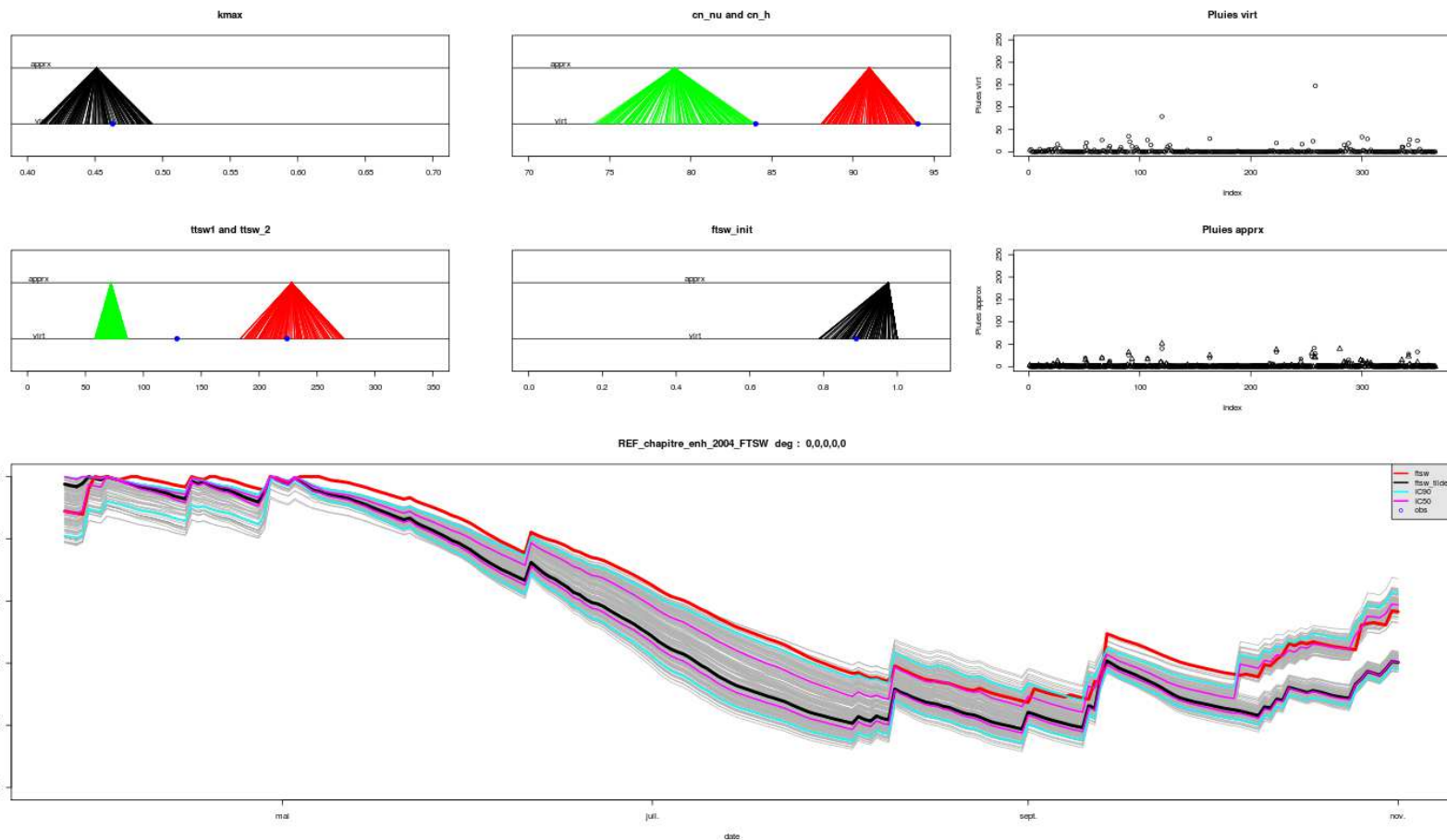
- 5 entrées incertaines
=> spécifier comment faire en cas d'absence de mesure
=> utiliser une méthode de propagation par simulation



X : ruissellement
entrées climatiques
efficience
interception max
stock d'eau

3. Caractérisation sous forme d'estimation d'incertitude

- 5 entrées incertaines
 - => spécifier comment faire en cas d'absence de mesure
 - => utiliser une méthode de propagation par simulation



3. Caractérisation de l'incertitude

Efficiene d'interception maximale

Mesure de référence :

- dimensions vignoble et porosité à développement foliaire max
- utilisation d'un sous-modèle

[RIOU, C., VALANCOGNE, C. and PIERI, P., 1989. Un modèle simple d'interception du rayonnement solaire par la vigne. Vérification expérimentale. Agronomie 9 (5).]

Approximation

- utilisation d'une table pré-calculée pour une conduite fixée (hauteur x vigueur)

Incertaine (loi x|xapprox)

- on suppose que la classe est bonne
- on suppose que la vraie valeur peut être partout dans la

(a)		vigor level			(b)		vigor level		
		low	medium	high			low	medium	high
foliage heighth(m)	0.7	0.306	0.374	0.432	foliage heighth(m)	0.7	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.034)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.034)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.029)$
	0.8	0.323	0.395	0.457		0.8	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.036)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.036)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.031)$
	0.9	0.339	0.415	0.480		0.9	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.038)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.038)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.032)$
	1	0.353	0.433	0.501		1.0	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.040)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.040)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.034)$
	1.1	0.367	0.451	0.522		1.1	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.042)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.042)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.035)$
	1.2	0.380	0.467	0.541		1.2	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.043)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.043)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.037)$
	1.3	0.392	0.482	0.560		1.3	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.045)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.045)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.039)$
	1.4	0.403	0.497	0.577		1.4	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.047)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.047)$	$\mathcal{U}(\bar{k} \pm 0.040)$

3. Caractérisation de l'incertitude

Entrée définissant le caractère ruissellant

Mesure de référence :

- mesure de flux de ruissellement et inversion du sous-modèle Approximation

- utilisation d'une table pré-calculée (groupe sol x travail sol)

Incertitude (loi x|xapprox)

- on suppose que la classe est bonne

- on suppose que la vraie valeur peut être partout dans la classe du fait de variabilité au sein d'une classe

(a)	soil group				(b)	soil group			
	A	B	C	D		A	B	C	D
bare soil	77	86	91	94	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 5.5)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 4.5)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 3)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 2.5)$	
bare soil and tillage	66	77	85	89	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 8.5)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 5.5)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 4)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 2.5)$	
grass cover	49	69	79	84	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 10)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 10)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 5)$	$\mathcal{U}(\hat{CN} \pm 2.5)$	

3. Caractérisation de l'incertitude

Entrées climatiques ($P(t)$, $ETP(t)$, $T_{moy}(t)$)

Mesure de référence :

- station en parcelle

Approximation

- station "proche" (synchronisée)

Incertitude (loi $x|x_{approx}$)

- pas de loi explicite!
- mais approche pragmatique : utiliser plusieurs autres séries climatiques approchées pour appréhender une variabilité



3. Caractérisation de l'incertitude Réserve d'eau transpirable (TTSW)

Mesure de reference :

- suivis de stock par sonde à neutrons

Approximation

- beaucoup de possibilités
- choix simple d'une table par expertise
- source [William Trambouze (CA34)/Jean-Christophe Payan (IFV)]

Incertitude (loi x|xapprox)

- compliqué en général
- hypothèse pragmatique : on suppose que la vraie valeur peut être partout dans la classe du fait de variabilité au sein d'une classe et des autres approximations

(a)	soil depth			(b)	soil depth		
	shallow	medium	deep		shallow	medium	deep
Sand	50	100	150	Sand	$\mathcal{U}(50, 75)$	$\mathcal{U}(70, 130)$	$\mathcal{U}(110, 190)$
Medium	90	160	230	Medium	$\mathcal{U}(55, 125)$	$\mathcal{U}(125, 195)$	$\mathcal{U}(190, 270)$
Clay	120	180	300	Clay	$\mathcal{U}(90, 150)$	$\mathcal{U}(120, 240)$	$\mathcal{U}(240, 360)$



3. Caractérisation de l'incertitude Stress au débourrement (FTSW0)

Mesure de reference :

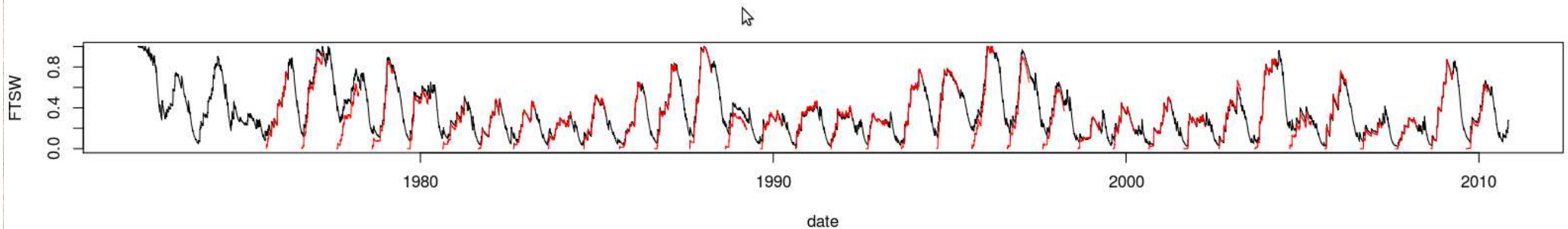
- stock au debourrement par sonde à neutrons

Approximation

- beaucoup de choix possibles (dont tous ne sont pas bons)
- tres dépendant de toutes les autres entrées (ruissellement, stock)
- choix le meilleur : faire tourner le modèle depuis l'été précédent depuis un état sec)

Incertaine (loi x|xapprox)

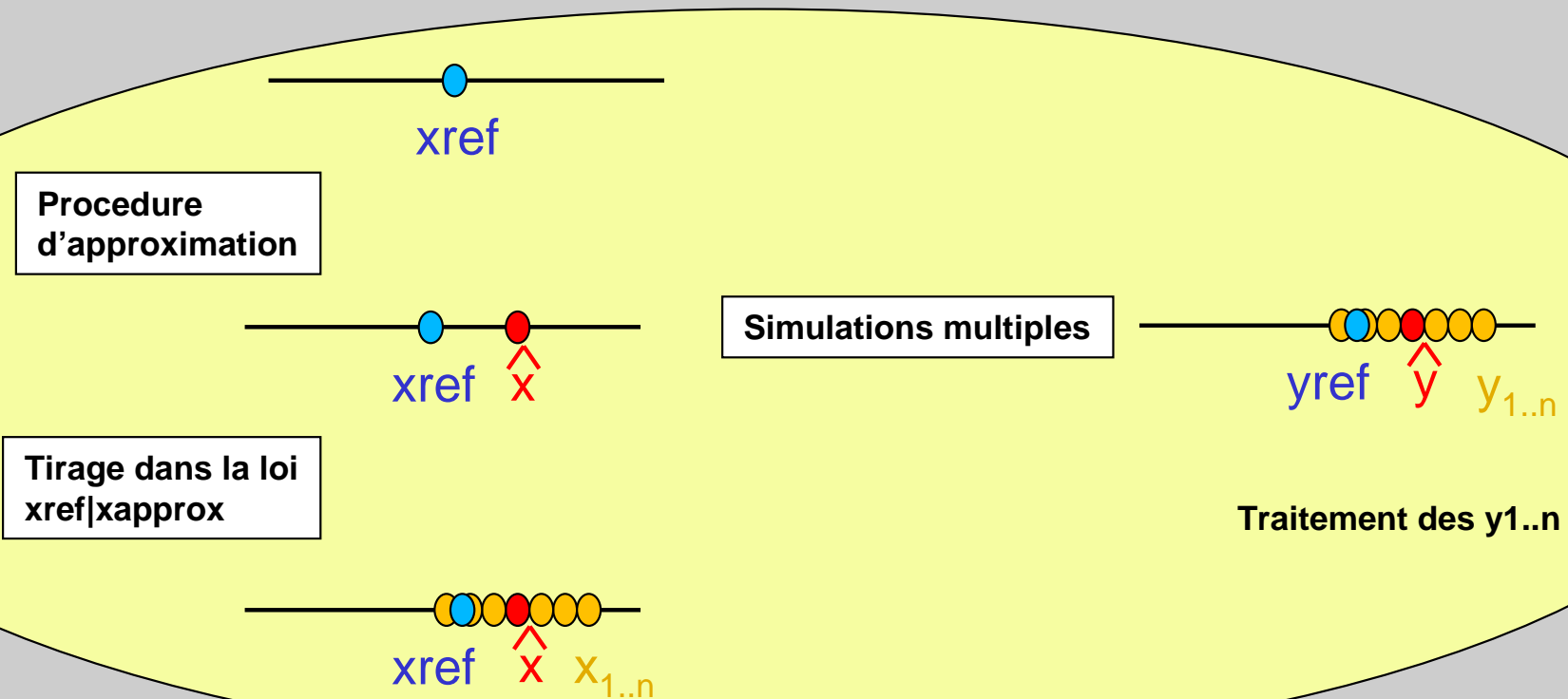
- compliqué car implique d'utiliser le modèle
- étude annexe sur série climatique longue, avec prise en



- calcul d'un modèle d'erreur pour chaque parcelle x scenario

3. Caractérisation sous forme d'estimation d'incertitude

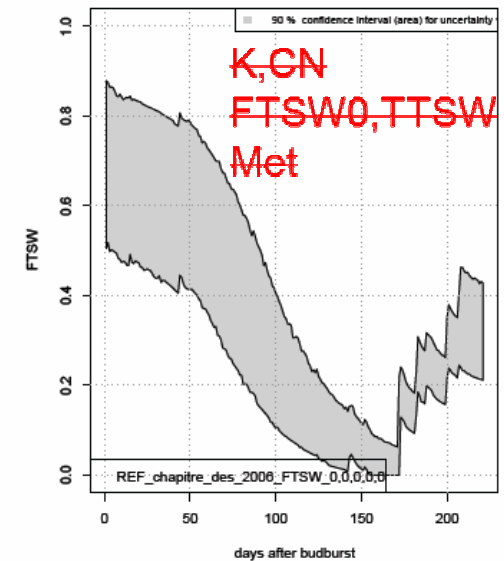
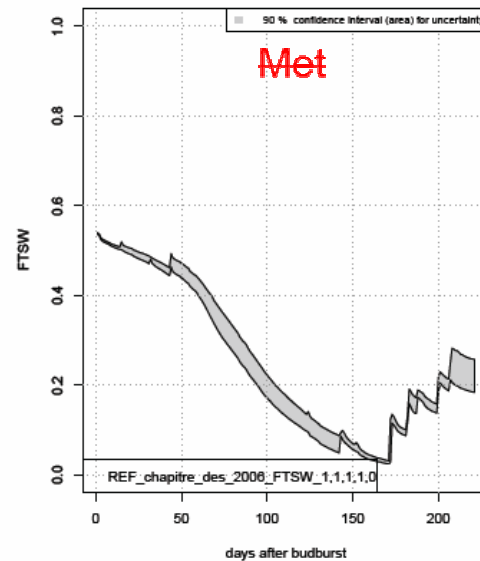
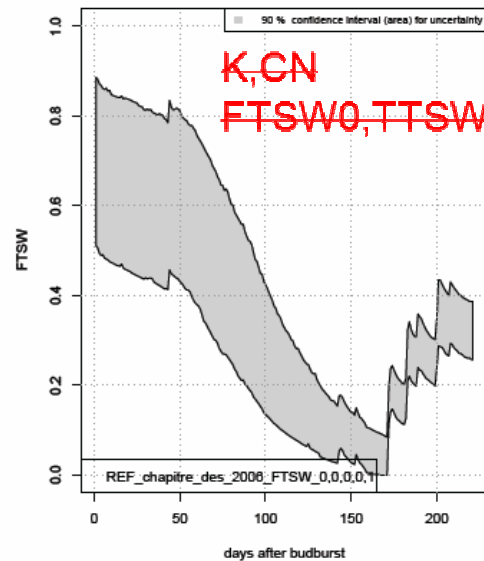
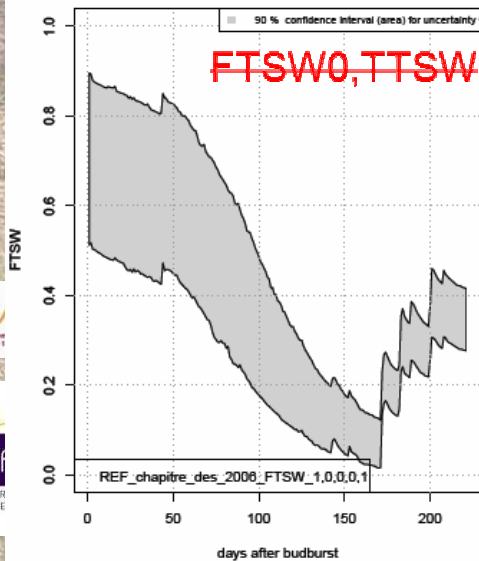
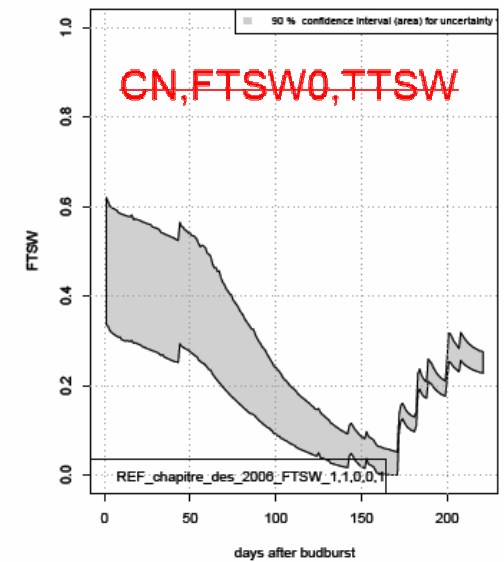
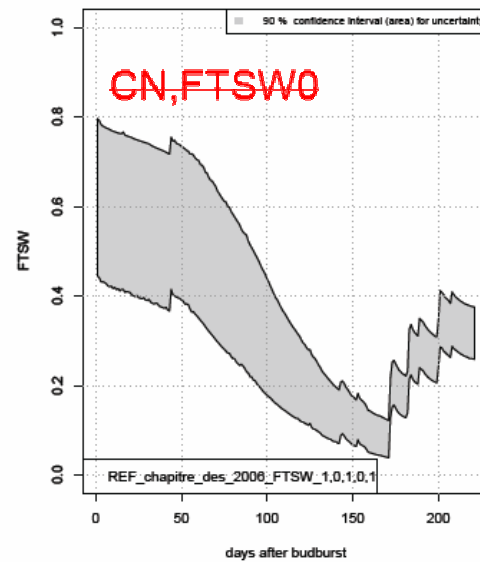
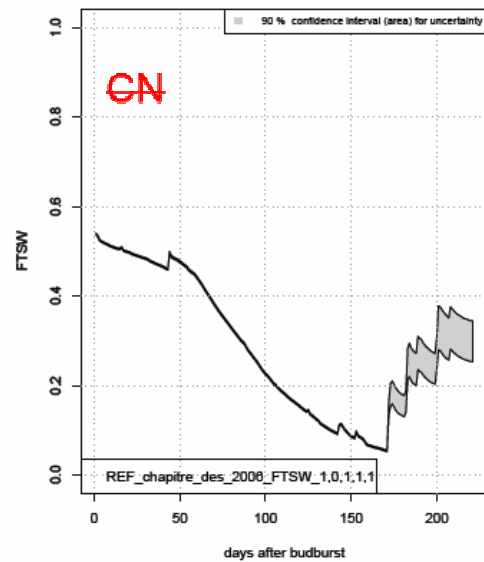
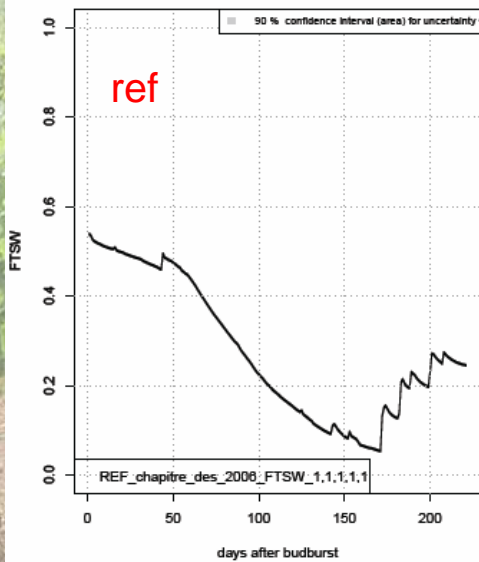
- 5 entrées incertaines
 - => spécifier comment faire en cas d'absence de mesure
 - => utiliser une méthode de propagation par simulation



X : ruissellement
entrées climatiques
efficience
interception max
stock d'eau

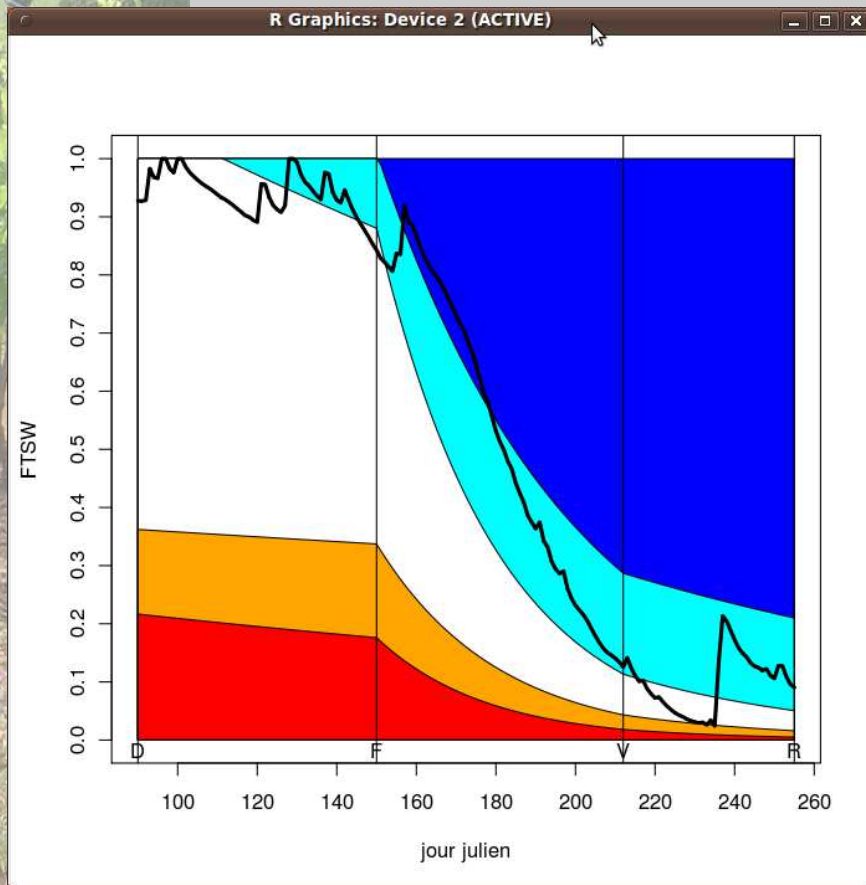
4. Illustration sur un cas: Irrigation basée modèle : intervalles de prediction FTSW

Résultats sur une parcelle du domaine du Chapitre (34) (2006)



4. Illustration sur un cas: Irrigation basée modèle

Principe de l'utilisation d'un modèle pour cette application



Trajectoire	Dbt	Flo	Ver	Rec
A	-0.0009	-0.0084	-0.2440	-0.3024
B	0.0028	-0.0343	-0.4175	-0.5686
C	-0.2004	-0.2137	-0.5976	-0.7833
D	-0.2965	-0.3353	-0.7587	-0.9971
E	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5

Table 8: Grille de diagnostique pouvant être utilisée pour caractériser de classes de trajectoires hydriques partir de valeur de potentiel hydrique certaines stades phénologiques (source IFV)

Source IFV/INRA

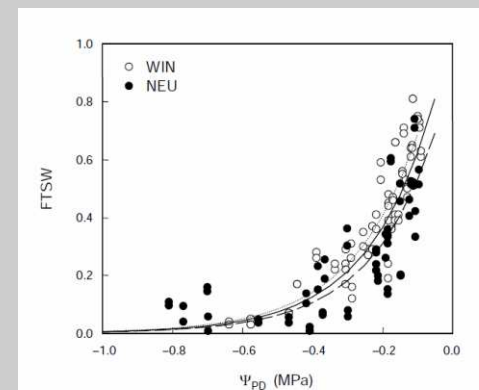


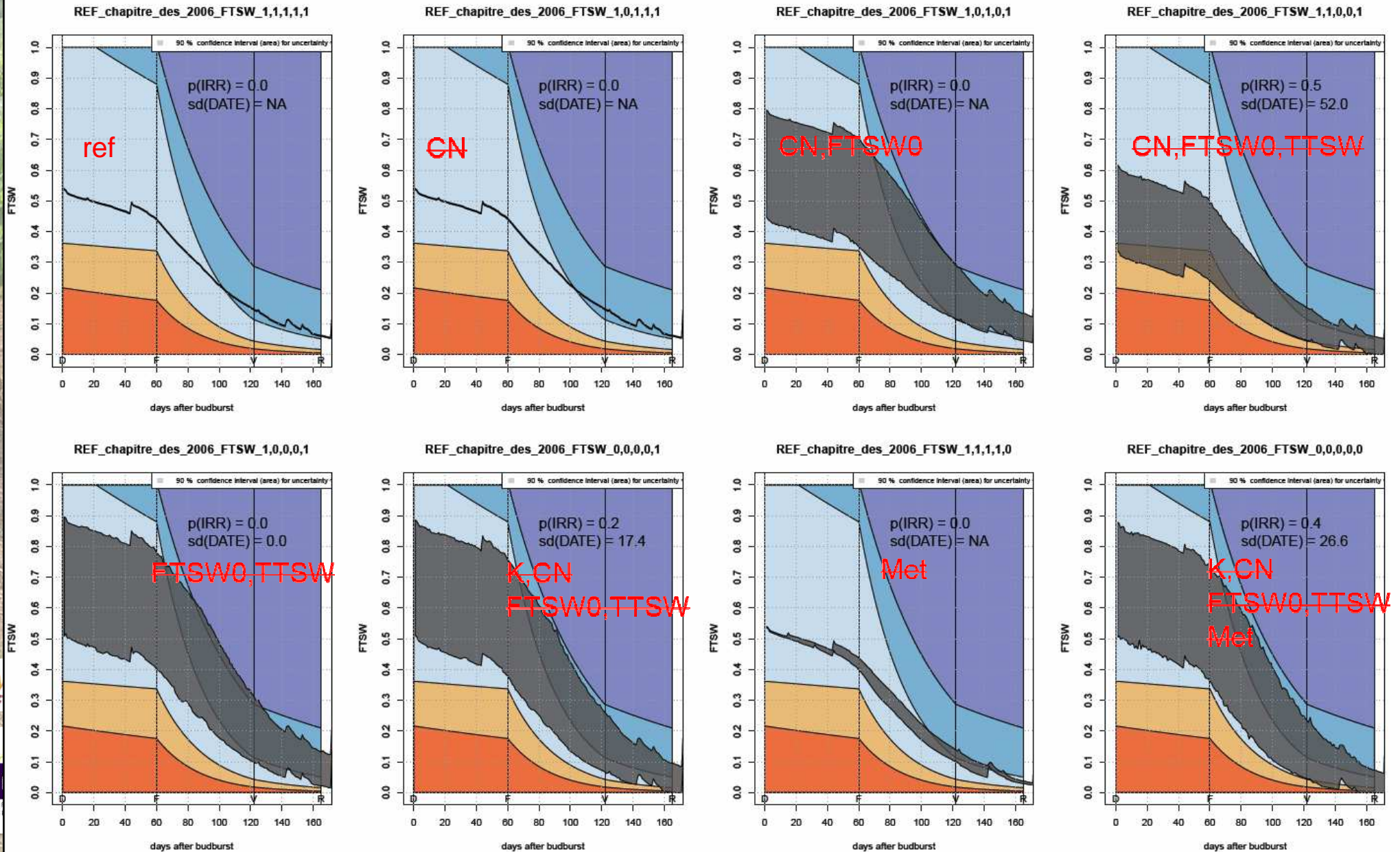
Fig. 3. Fraction of transpirable soil water (FTSW) as a function of pre-dawn water potential pooled for four experimental years for WIN (○) and NEU (●). Lines were fitted and estimated parameters were: (WIN, dotted line) $FTSW = 1.1565 \exp(5.2708 \Psi_{pd})$, $R^2=0.82$; (NEU, dashed line) $FTSW = 0.9024 \exp(5.3696 \Psi_{pd})$, $R^2=0.69$ (WIN and NEU, continuous line) $FTSW = 1.057 \exp(5.3452 \Psi_{pd})$, $R^2=0.75$.

- **Bleu**, suralimentation en eau
- **Cyan**, parcours hydrique optimal à tendance humide
- **Blanc**, parcours hydrique optimal pour obtenir la production souhaitée
- **Orange**, parcours hydrique optimal à tendance sèche
- **Rouge**, sous-alimentation en eau

Lebon at al, 2003

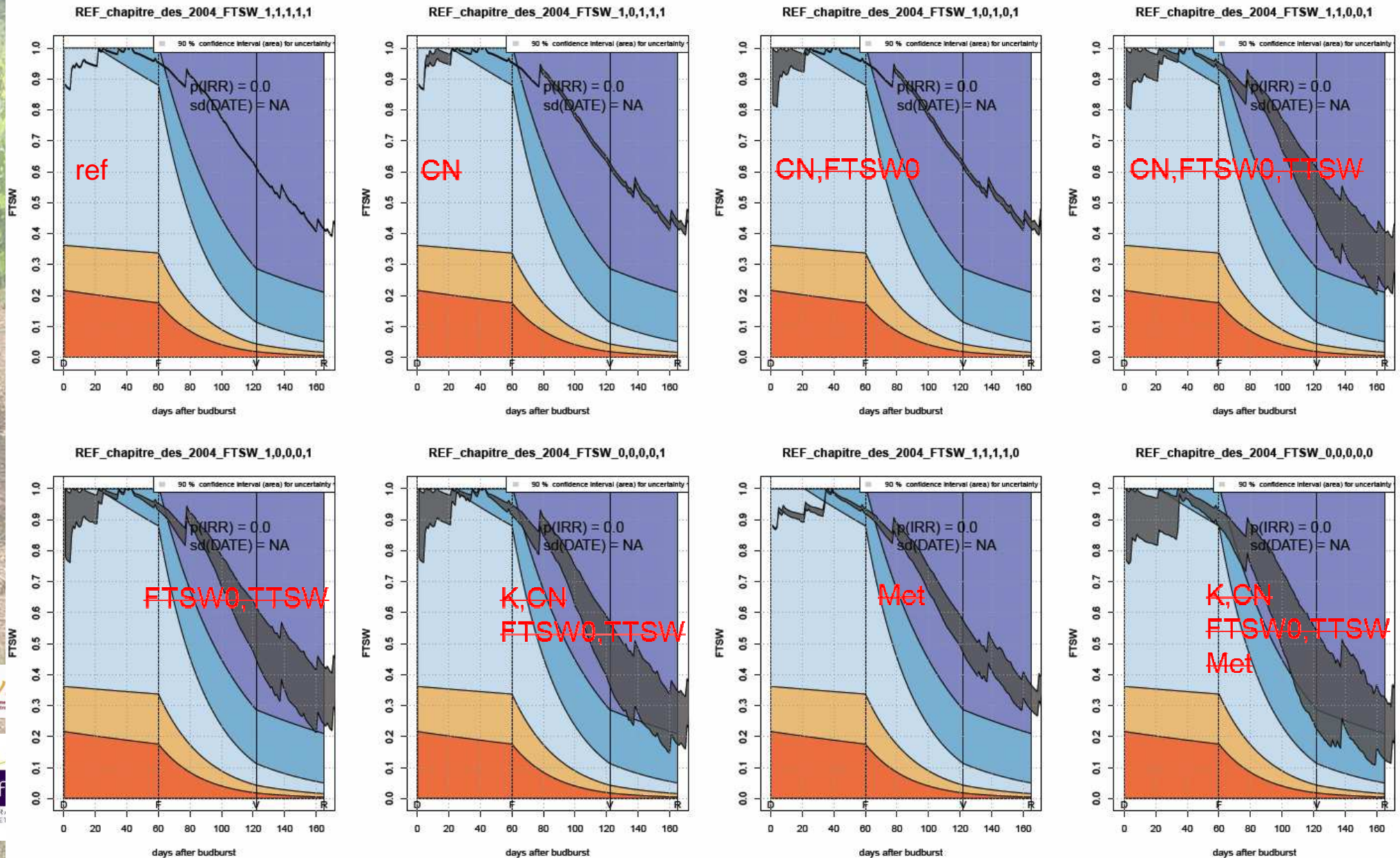
4. Illustration sur un cas: Irrigation basée modèle : intervalles de prediction FTSW

Résultats sur une parcelle du domaine du Chapitre (34) (2006)



4. Illustration sur un cas: Irrigation basée modèle : synthèse décisions

Résultats sur une parcelle du domaine du Chapitre (34) (2004)



5. Enseignements et perspectives

Bilan des résultats

- Pratique d'un modèle => niveau incertitude sur ses sorties
- Plusieurs scénarios réalistes de pratique utilisateurs traités
- Grilles+Erreurs disponibles pour les utilisateurs
- Principe : remplacer la prédiction sûre par des intervalles
- Constat : une incertitude qui dépend de la parcelle/année/scenario

Bilan de l'approche méthodologique

- Importance des procédures d'approximation
- Importance des modèles d'erreurs qui sont associées
- Importance de l'expertise tout au long de l'étude
- Prise en compte en plus de l'erreur du modèle (non montré)

Perspectives

- Etude de la variation de l'incertitude sur une gamme de parcelles/années (pour établir des préconisations générales)
- Intégration de l'incertitude à l'utilisation en ligne du modèle Walis

“Estimating the uncertainty in dynamic crop model predictions: combining input uncertainty propagation and model residual error “

We can decompose overall error into two parts as follows:

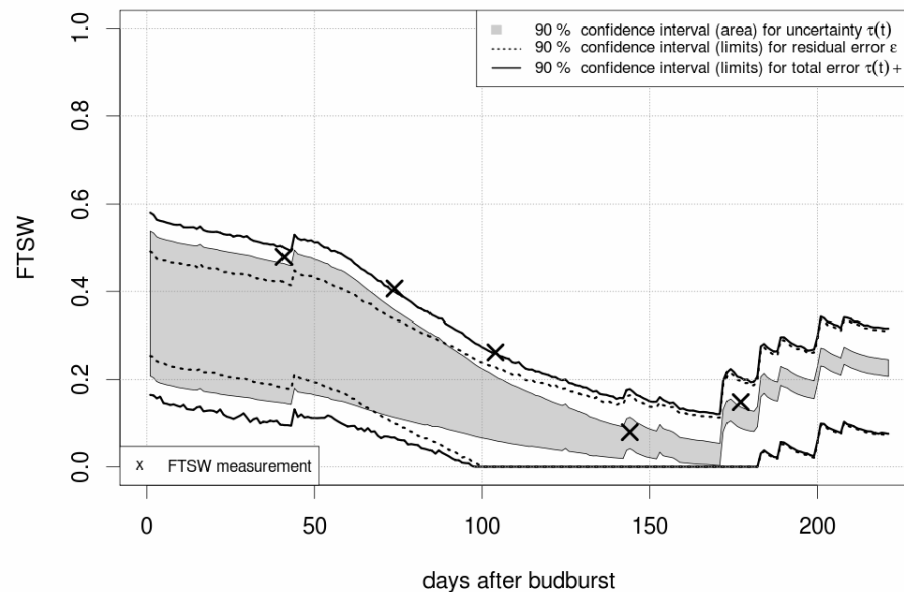
$$FTSW_i(t) - \hat{FTSW}(t, \hat{FTSW}0_i, X_i; \theta) = \varepsilon_i(t) + \tau_i(t)$$

$$\varepsilon_i(t) = \left[FTSW(t) - \hat{FTSW}(t, FTSW0_i, X_i; \theta) \right]$$

$$\tau_i(t) = \left[\hat{FTSW}(t, FTSW0_i, X_i; \theta) - \hat{FTSW}(t, \hat{FTSW}0_i, X_i; \theta) \right]$$

$$\varepsilon_i(t) \sim f_E(\varepsilon)$$

$$\eta_i \sim f_N(\eta)$$



Highlights:

- We study uncertainty in crop model predictions
- We combine two approaches: estimation of average overall model error and estimation of output uncertainty due specifically to propagation of uncertainties in model inputs.
- We apply the method to a model for evaluating water stress in intercropped vineyards and show that the results can help growers decide on the cost-effectiveness of more accurate estimation of model inputs.

