



Retour d'Expérience 4: Accompagnement de l'expérimentation par une modélisation qualitative des décisions et des processus

Olivier Naud, Bertrand Léger

18 septembre 2012, séminaire MODELIA, Paris
***Analyse des systèmes agronomiques et d'élevage
démarches et retours d'expériences***

Réseau Modélisation et Logiciels d'intérêt commun appliqués à l'Agriculture

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Le  Cemagref Sciences, eaux & territoires devient Irstea

www.cemagref.fr → www.irstea.fr

► Plan

Accompagnement de l'expérimentation par une modélisation qualitative des décisions et des processus

- Tester des processus de production
 - *que cela signifie-t'il*
- Langages pour décrire des processus
 - notions d'états et d'événements: états discrets
 - Processus Opérationnel de Décision (POD)
- Vérifier la conformité d'une mise en œuvre expérimentale d'un POD
 - *pour vérifier la partie décisionnelle d'un processus de production ou ITK*
 - *Contexte du retour d'expérience: pilotage expert de la protection des cultures)*

▶ Tester des processus de production

- **Concept du Procédé de production décrit par:**
 - Une stratégie technique globale (un « système »)
 - Des objectifs de production (quantitatifs & qualitatifs)
 - Des intrants & des actions (« actions culturelles »)
- **Mais aussi:**
 - Aspects process: séquences, durées et calendrier des opérations, horloges du process (phénologie des plantes & des ravageurs, organisation de la main d'œuvre.)
 - Acquisition d'information: ce sont des actions en tant que telles (demandent du temps et de la disponibilité)
 - Expertise: base de connaissance des interventions pertinentes
 - Un processus décisionnel accompagnant le procédé biophysique

▶ La méthode POD / tester des processus de production

- **Un cahier des charges :**
 - Des objectifs de production (quantitatifs & qualitatifs) décrits par des références externes
 - Liste d'intrants & d'actions possibles
- **Une abstraction du procédé biophysique**
 - Durées caractéristiques du process
- **Le choix radical d'intégrer explicitement l'expertise dans le processus de décision**
- **Un choix conceptuel pour décrire le processus décisionnel**
 - Automates: des états qualitatifs, des transitions entre états
 - La notion d'étape
 - Eviter les boucles

► « Briques » du schéma conceptuel: nœuds et arcs

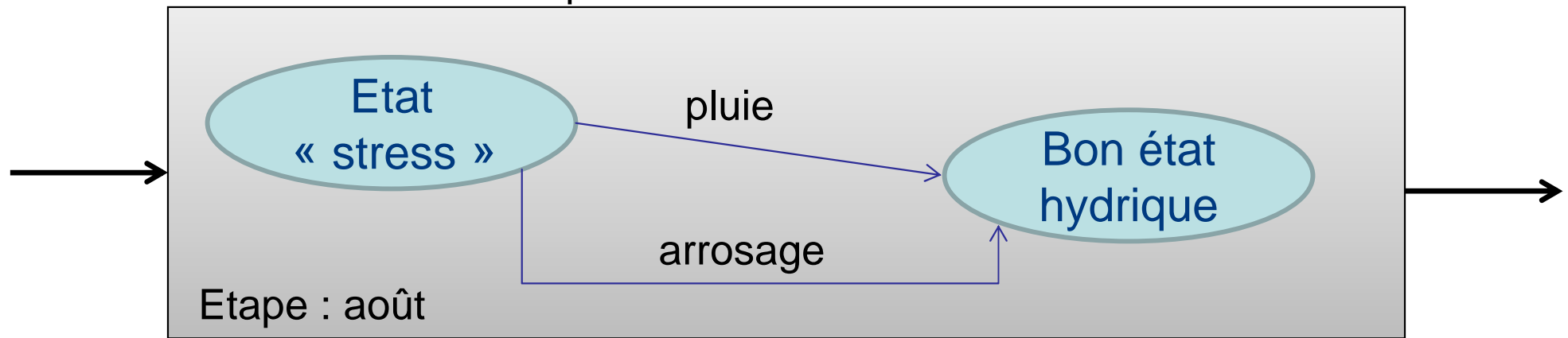
- Des briques très élémentaires. La complexité n'est pas dans le langage, mais dans le nombre d'items
- Etapes permettent de border la complexité localement dans le temps

« noeuds » état de décision discret :

- Identifié par son nom/libellé
- Son étape
- Sa position relative dans le schéma
- Associé si besoin à une requête d'Action

« arcs » événement / transition

- Identifié par son nom/libellé
- Son étape
- Sa position relative dans le schéma

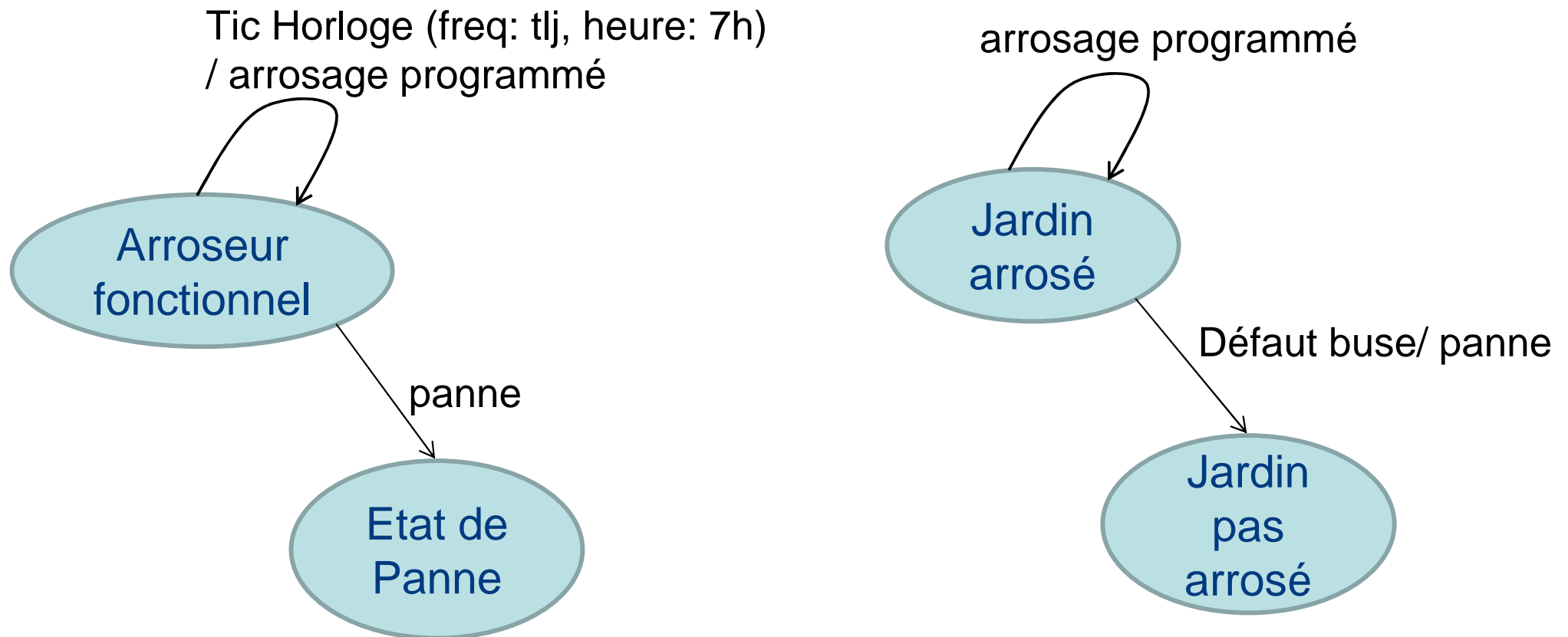


NB: Ceci correspond aux automates de More, d'autres syntaxes mathématiquement correctes existent

▶ Méthodo / conception: *Attention à la notion de périodicité pour la décision humaine*

- Il est tentant de représenter des périodicités apparentes par des boucles mais attention.

(1) Un cas simple et correct, un système automatisé



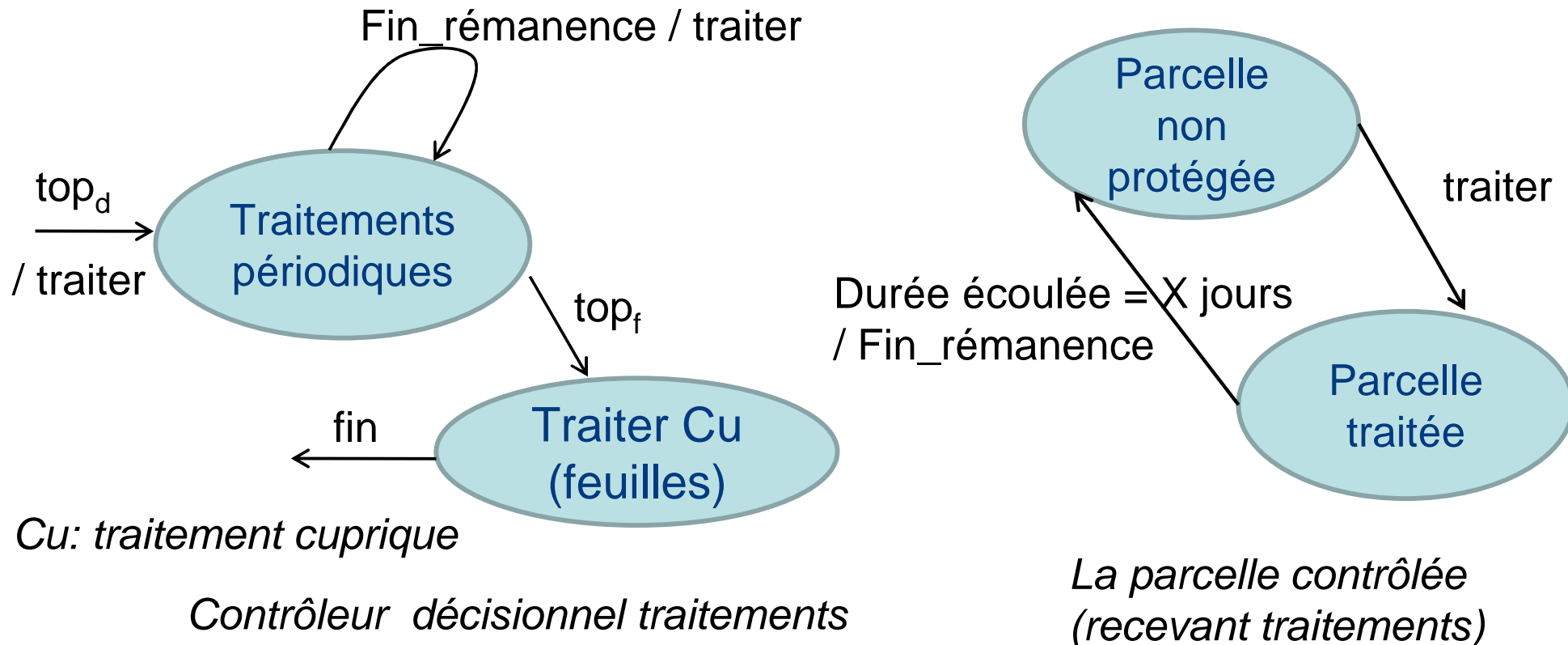
Contrôleur « décisionnel » du jardin

Le jardin contrôlé

► Méthodo / conception: *Attention à la notion de périodicité pour la décision humaine*

- Il est tentant de représenter des périodicités apparentes par des boucles mais attention.

(2) Un cas problématique



- On ne « voit » pas les séquences: graphique peu expressif. Créativité = faible
- Hypothèse que homme se comporte en « horloge » non robuste. $X = ?$

▶ Objectif de la modélisation: **du concept à la vérification**

● **Dans toutes les démarches de modélisation pour la conception, on s'accorde sur :**

Graphiques
↓

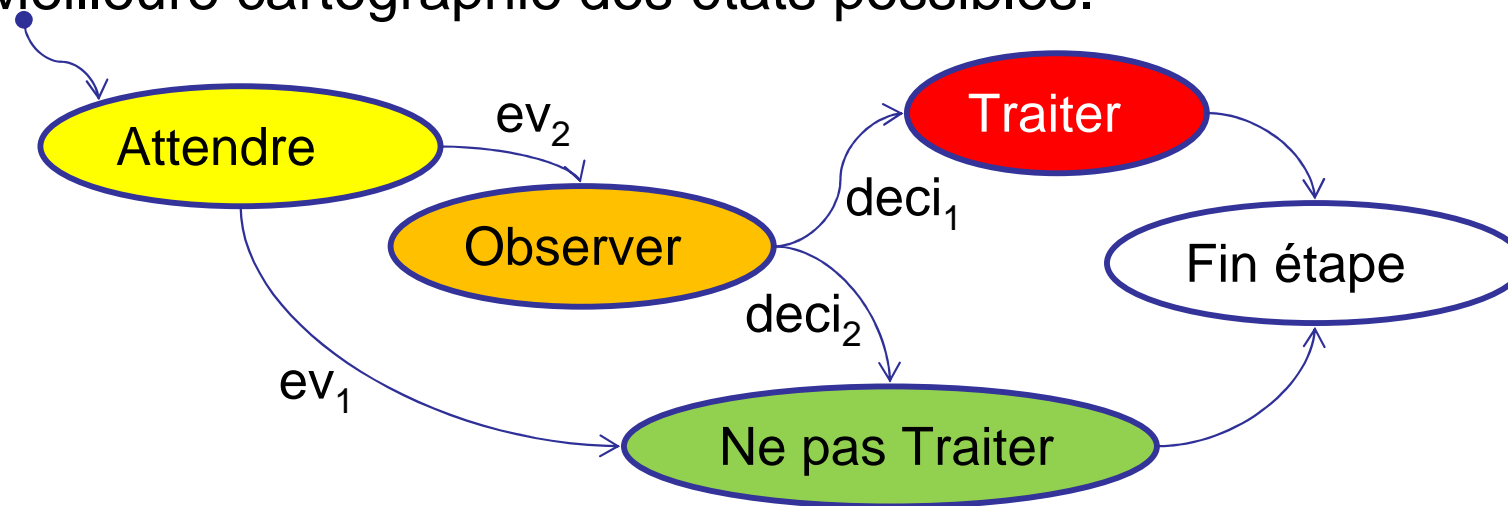
- Début par un schéma conceptuel ou schéma de principe non « bridé » par les contingences de mise en œuvre
- Faisabilité des concepts
- Conception(s) détaillée(s), et modèle(s) détaillé(s) de cette(ces) conception(s)
 - Pouvoir faire le lien entre modèle conceptuel initial et modèle détaillé

● **Si on ne dispose pas d'un modèle de l'aspect biophysique (cas pour POD Mildium®)**

- Vérification « interne » du modèle détaillé / concept initial
- Vérification de la conformité process expérimenté / process modélisé
- Validation performance par expérimentation du process

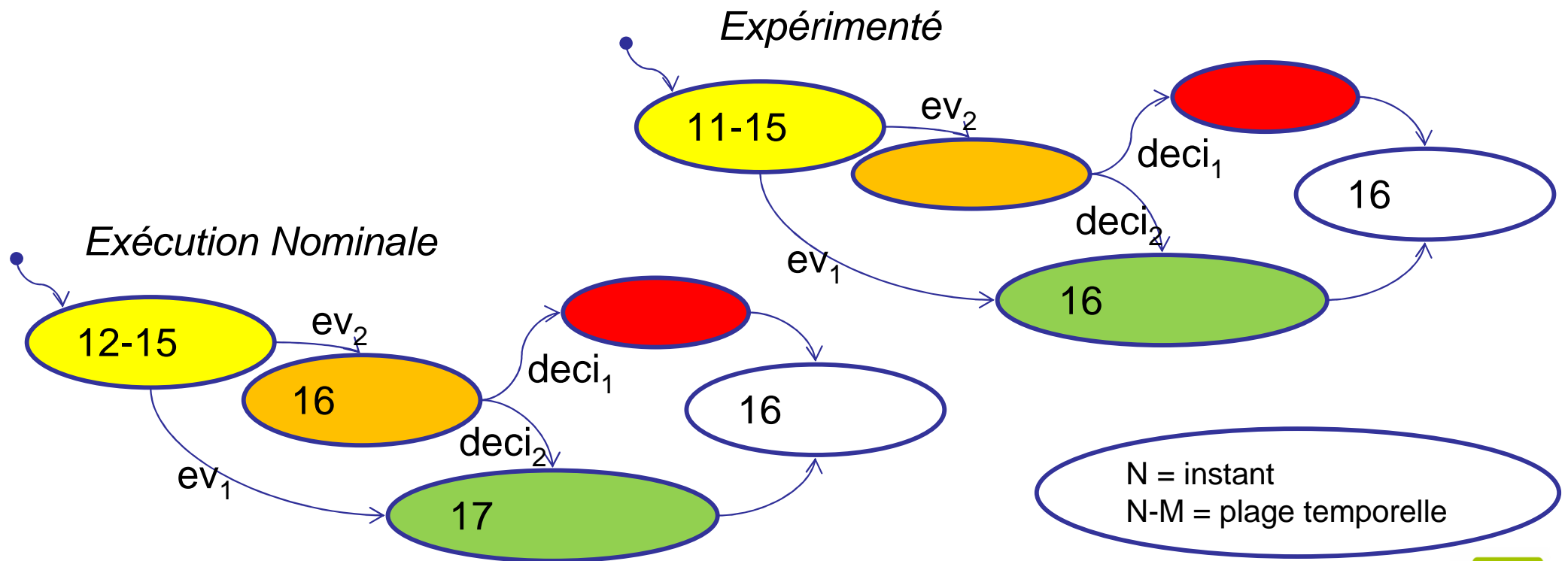
Du « graphique » au graphe: expliciter les prises de décisions séquentielles

- **Objectif de la méthode POD : Aider à concevoir des techniques culturelles fortement sensibles aux aspects décisionnels & innovantes**
 - Forte innovation implique méconnaissance du comportement du système
- **Recours aux langages graphiques pour expliciter la combinatoire :**
 - Plus lourd que le recours à des jeux de règles de décision
 - Meilleure cartographie des états possibles.



Comparer une expérimentation agronomique à une simulation du point de vue décisionnel

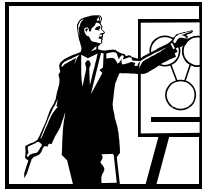
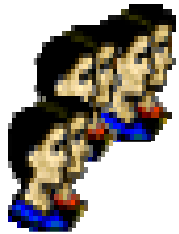
- **Produire une exécution nominale du processus**
 - Simuler un modèle de POD soumis aux conditions environnementales
- **Comparer une expérimentation au champs et une exécution nominale du processus**



Retour d'expérience

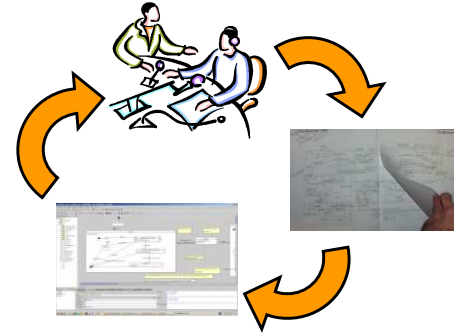
- 2 PODs sur deux pathosystèmes « multi-pathologies »

POD Blé 7 Maladies



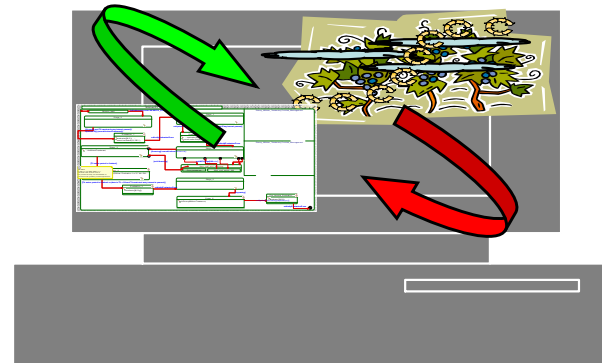
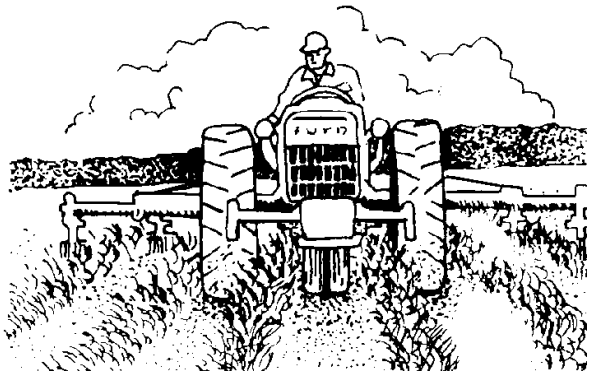
ARVALIS
Institut du végétal

POD Mildium® Vigne – 2 Maladies



Evaluation Experte



Evaluation Quantitative



► **POD Mildium®, c'est quoi ?**

- **Aujourd'hui, c'est un cahier de protocole d'expérimentation**
- Dans le cahier 2011:
 - Chapitre 3: Indicateurs et protocole d'échantillonnage
 - Chapitre 5 - Détail des ... étapes de Mildium®, 13 pages
 - Des fiches détaillant toutes les façons possibles, par étape (10 pages)
 - Nombre de conclusions possibles par étape :
 - Etape 0: 7 ; Étape 1: 24 ; Etape 2: 31; Etape 3 : 7
 - Étape 4: 6; Étape 5: 13 ; Étape 6: 2
 - Un raisonnement expliqué et détaillé
- **Une démarche expérimentale à grande échelle**
- **Une démarche de gestion de connaissances**
 - le cahier de protocole a été réalisé d'après un modèle détaillé lui-même réalisé en interviewant les experts sur leur conception grâce à l'utilisation des Statecharts. *La notion d'étape : une étape / un traitement éventuel était préalable au diagramme Statecharts*

POD Mildium®: cahier & modèle (graphe)

 UMR ITAP - Montpellier
 UMR Santé Végétale - Bordeaux
 Protocole Mildium 2009 V3-000429.doc

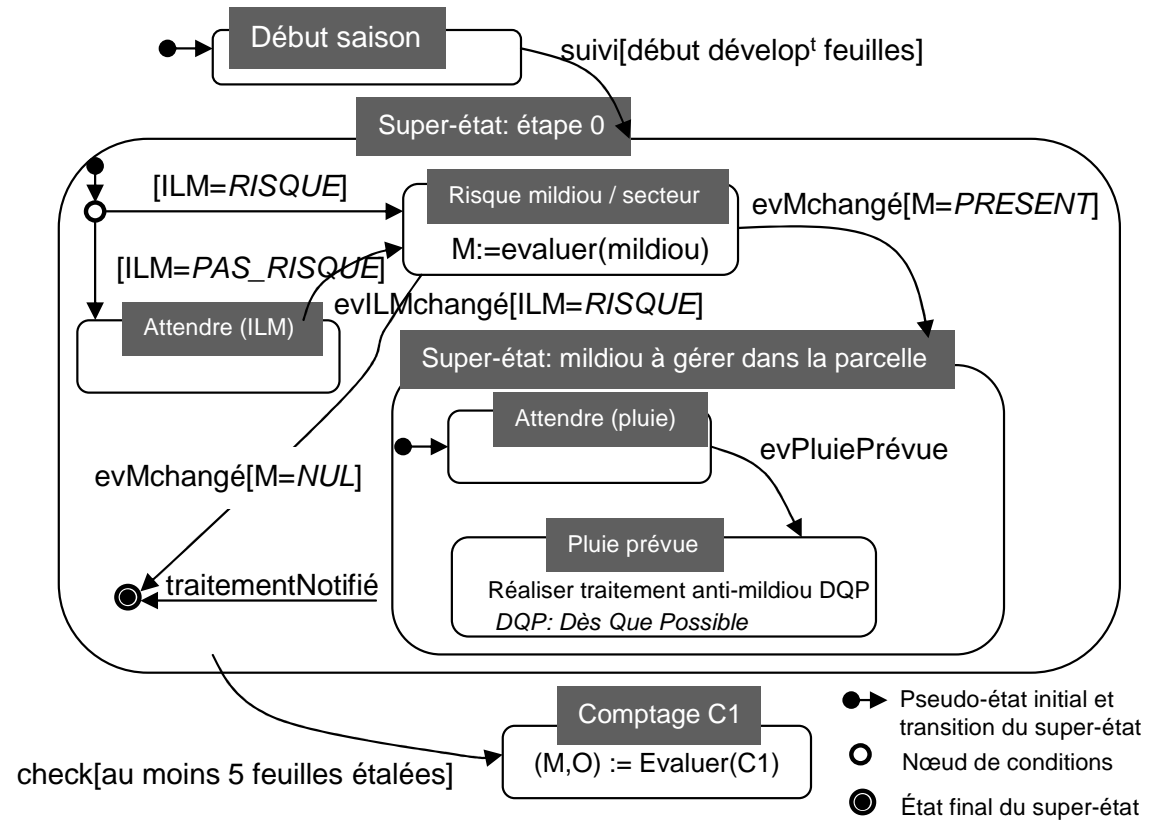
Protocole d'expérimentation du
 Processus Opérationnel de Décision
 POD Mildium - 2008
 (Version 3 du 29/04/2008)

document élaboré par :
 Philippe CARTOLARO (Tél. 05 57 12 26 14) - Laurent DELIERE (Tél. 05 57 12 26 10)
 INRA - Bordeaux - UMR Santé Végétale - BP 81 - 33883 VILLENAVE D'ORNON CEDEX
 N° FAX: 05 57 12 26 21
 Olivier NAUD (Tél. 04 67 04 63 70) - Bertrand LEGER
 Cemagref - UMR ITAP - BP 5095 - 34 196 MONTPELLIER CEDEX 05
 N° FAX: 04 67 04 63 06

Destinataire du document :
 Nom - Prénom : Organisme :

**GrapeMildeWS Protocol
 & input output data sheets**

Document de travail CONFIDENTIEL - Ne pas diffuser - version 3 (26/04/2008)
1 / 17



Exemple simplifié d'étape: étape 0

► Le POD BLé, c'est quoi ?

Une Synthèse de l'expertise Arvalis en matière de protection du Blé tendre

Une spécification formelle en langage naturel et en langage logique

Un modèle de Réseau de Petri Coloré (RPC) de chaque POD

Un Cahier de Protocole d'expérimentation

Un simulateur RPC : POD + environnement décisionnel

Une Plateforme Informatisé d'Expérimentation

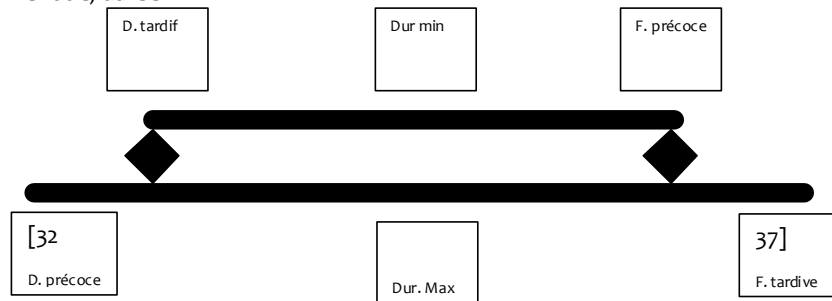
POD BLé 3 Etape 2 : specifications

ETAPE2

Description

Alias : P3E2 ;E2 ; E2S3 ;E2BLÉ3 ;Stage2

Période, durée :



Objectif

Protéger parfaitement la F3 définitive et partiellement à totalement (selon la date du déclenchement du T2) la F2

Principes

1. ~~En cas de Risque Fusariose nécessitant un traitement, traiter juste après 32~~ quel que soit le risque.
2. Si un traitement a eu lieu à l'étape précédente il ne devrait pas y avoir de traitement à cette étape
3. Un indicateur de pression septoriose et les prévisions de pluie de la semaine déclenchent le traitement T2
4. L'observation de Rouille Brune est déclenchée si la maladie apparaît dans le voisinage ou BSV, la présence de maladie dans la parcelle déclenche l'application T2(rB+S+...)
5. L'observation de Rouille jaune est déclenchée si la maladie apparaît dans le voisinage ou BSV, la présence de maladie dans la parcelle déclenche l'application T2(rJ+S+...)
6. L'observation d'oïdium ou d'helminthosporiose devra être prise en compte dans la formulation de la bouillie et déclenchent l'application. (si Zéro traitement avant)

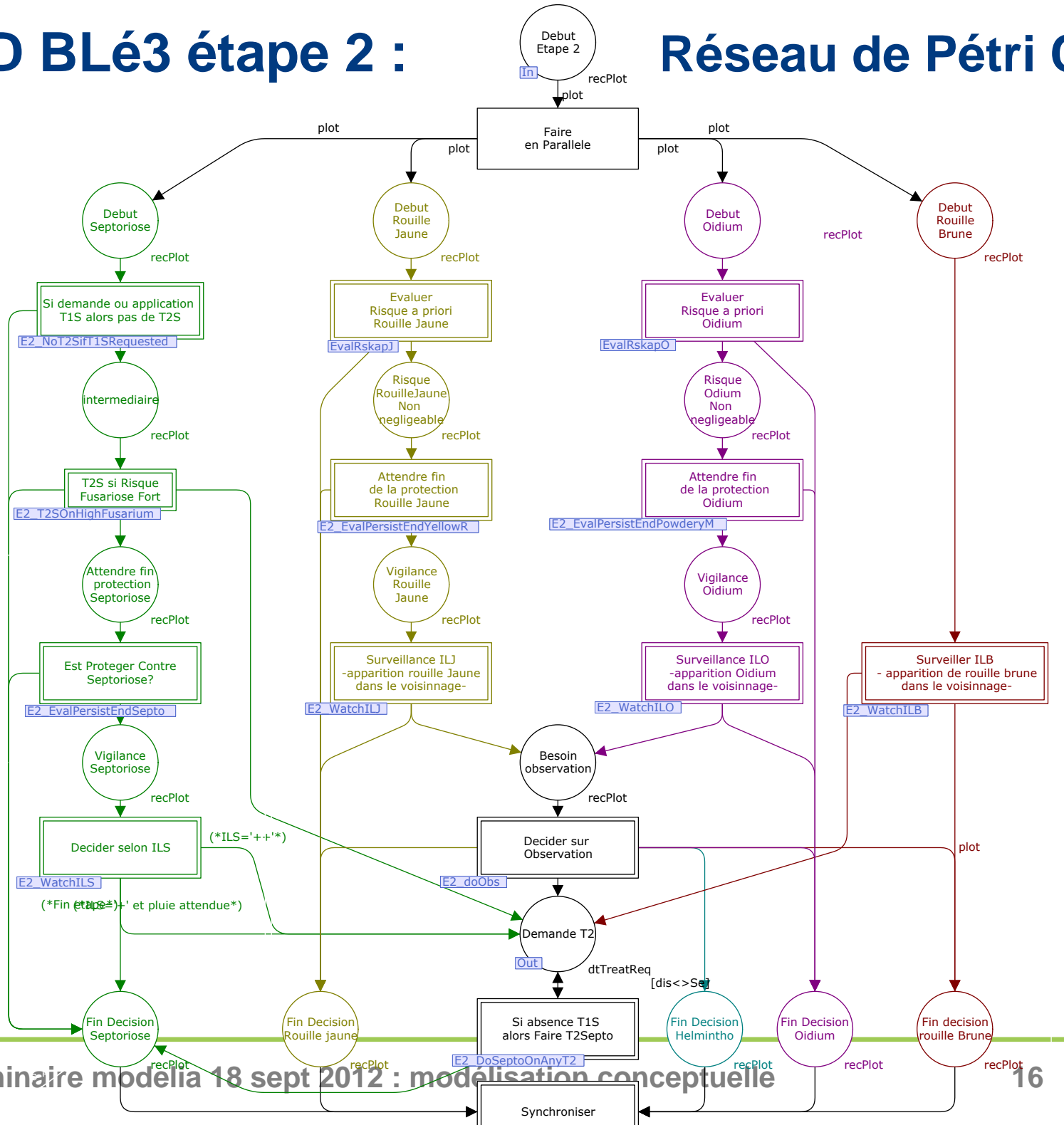
Règles de gestion

| Num | Règle | valid |
|----------|--|-------|
| P3E2.1 | Si un traitement a eu lieu à l'étape précédente il ne doit pas y avoir de traitement visant explicitement la septoriose à cette étape. Seuls les risques spécifiques peuvent déclencher une application <ul style="list-style-type: none"> • Si T1S existe alors il n'y aura pas de T2S spécifique. • T1S \blacktriangleright \neg T2S | |
| P3E2.1.1 | En l'absence de T1S (premier traitement contre la septoriose), les autres maladies déclenchent l'application avec obligation de gérer la septoriose <ul style="list-style-type: none"> • \negT1S \wedge T2* \blacktriangleright T2S | |



POD BLé3 étape 2 :

Réseau de Pétri Coloré



Que peut on Comparer et Pourquoi

- **Typologie de distance entre deux instances de POD**
(Instances réelles ou simulées)
 - Ecart temporels
 - Ecart décisionnels

Comparer Pour :

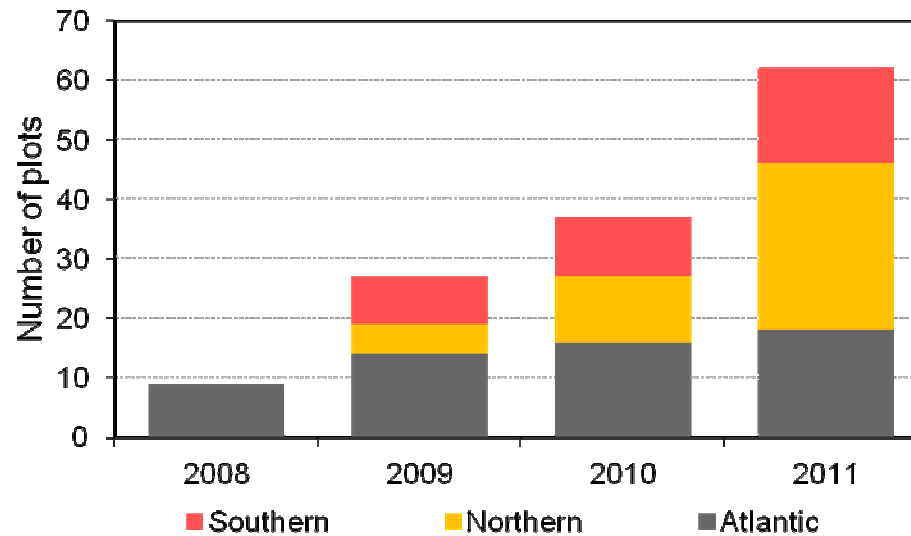
- Vérifier la qualité d'une mise en œuvre expérimentale
- Estimer la pertinence agronomique d'une conception en retenant seulement les instances ayant respecté au mieux le protocole
- Utiliser la spécification comme invariant entre différents sites/années et analyser en profondeur la conception.

▶ Dans les expés à grande échelle...

- ... le protocole n'est pas respecté entièrement et partout
 - Plusieurs dizaines d'expérimentateurs, plusieurs années
- Les expérimentations présentant des déviations par rapport au protocole ne sont pas inutiles pour autant (innovation & apprentissage)
- **Mais...**
- La validation de la performance du procédé de production décrit de façon abstraite par le POD nécessite de savoir quelles sont les expés conformes au POD

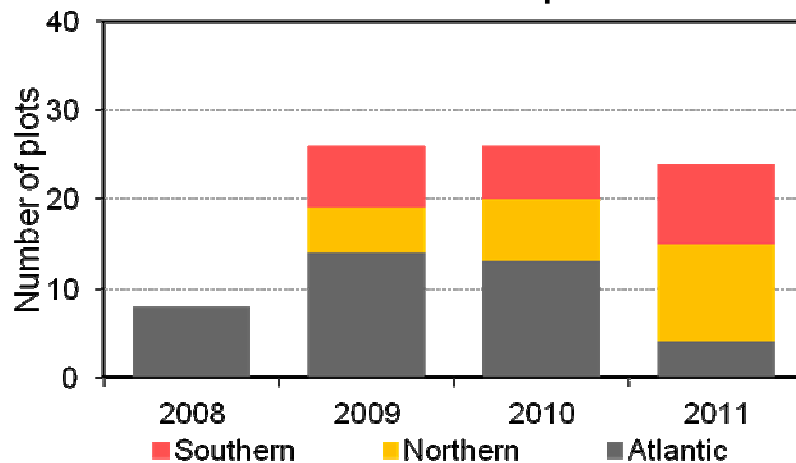
Expérimentation POD Mildium®

Parcelles avec témoin « viticulteur »

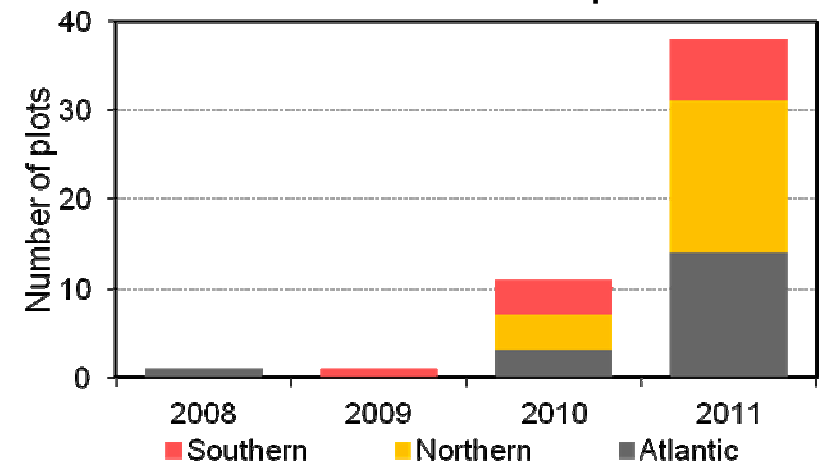


Graphiques:
L. Delière,
INRA-UMR SAVE

Protocole respecté



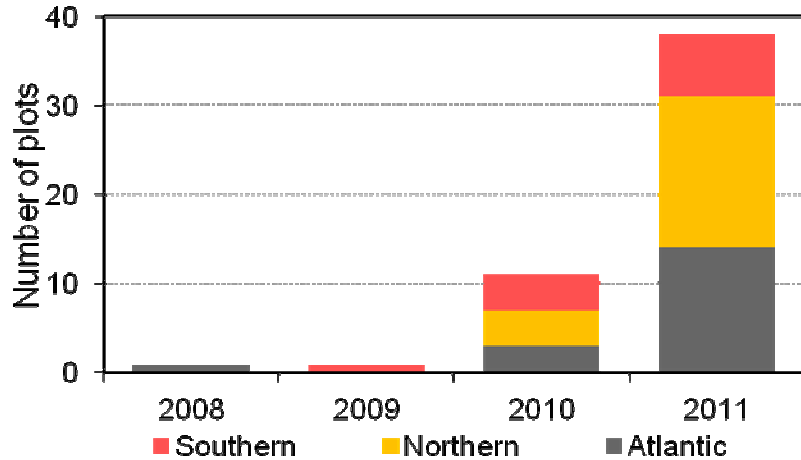
Protocole adapté



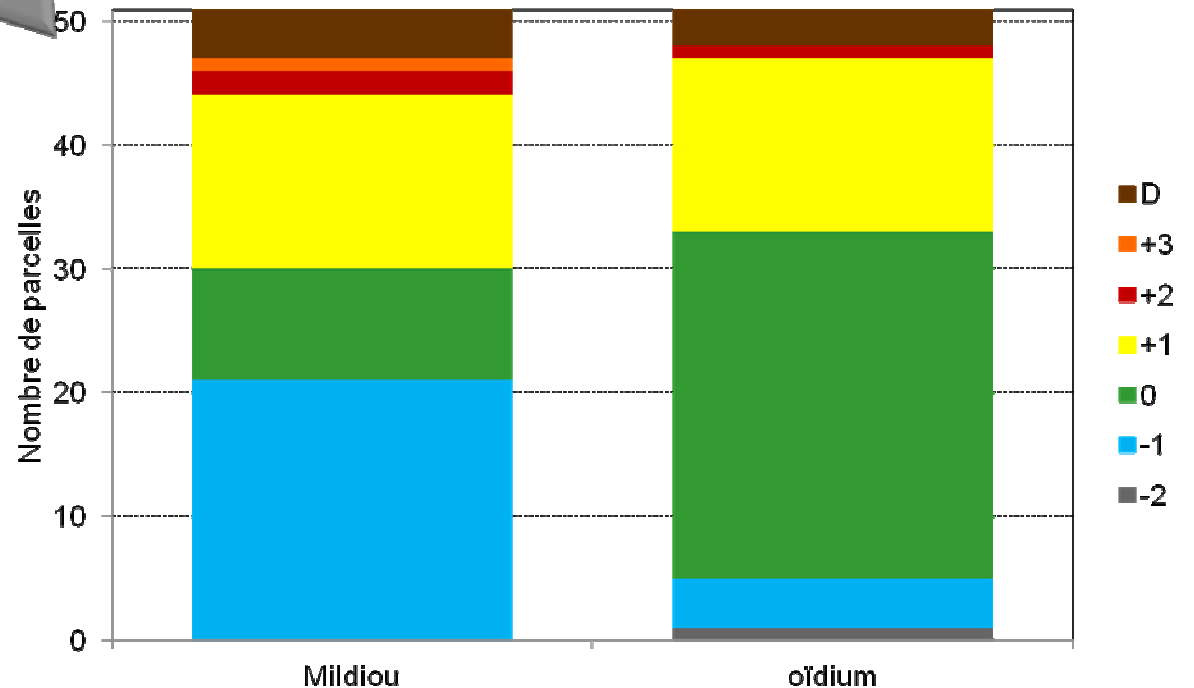
Expérimentation POD Mildium®

Parcelles avec témoin « viticulteur »

Protocole adapté



Ecart en nombre de traitements / protocole (2010/2011)



Graphiques:
L Delière, INRA-UMR SAVE

Les écarts renseignent aussi sur les limites de la conception

► Bilan / démarche: une chaîne d'hypothèses

- **Une conception agronomique se réclame d'un principe conceptuel initial**
 - Diagramme représentant ce principe initial
- **Passage du concept à la conception détaillé**
 - Assistée de modèle(s) et/ou d'expés
 - Décrire le chainage des hypothèses du concept initial à la conception détaillée
- **Pour une validation sur un réseau de grande taille, human-in-the-loop, d'une méthode décisionnelle**
 - Définir un protocole détaillé, et le modéliser
 - *Analyser les écarts au protocole et les assumer au plan scientifique (définir une procédure d'analyse)*
 - Traçabilité information/décision/action
- **La démarche POD respecte cette chaîne de conception, en passant du graphique au graphe**