

Mil@rt : Modélisation du mildiou de l'artichaut et mise à disposition d'un service d'avertissement web aux légumes bretons

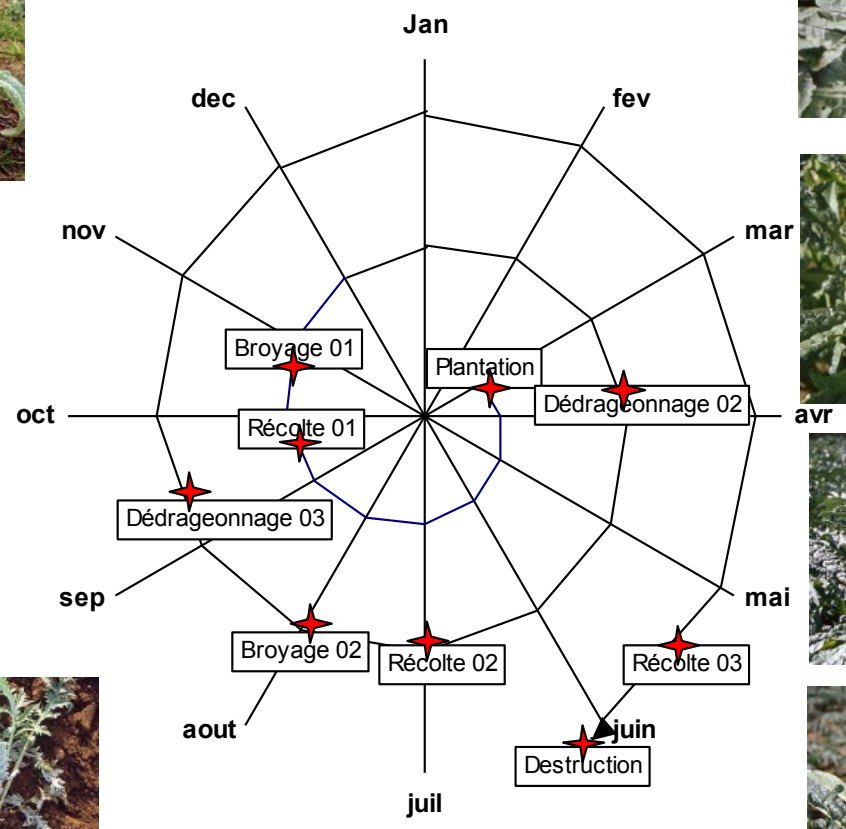
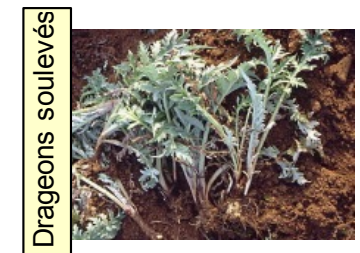
C. MONOT ⁽¹⁾, J.M. COLLET ⁽²⁾, M COCHENNEC⁽³⁾, A. STEPHAN⁽³⁾, N. MEZENECV ⁽³⁾

**(1) VEGENOV- BBV – PENN AR PRAT 29 250 SAINT POL DE LEON – FRANCE –
monot@bbv.fr**

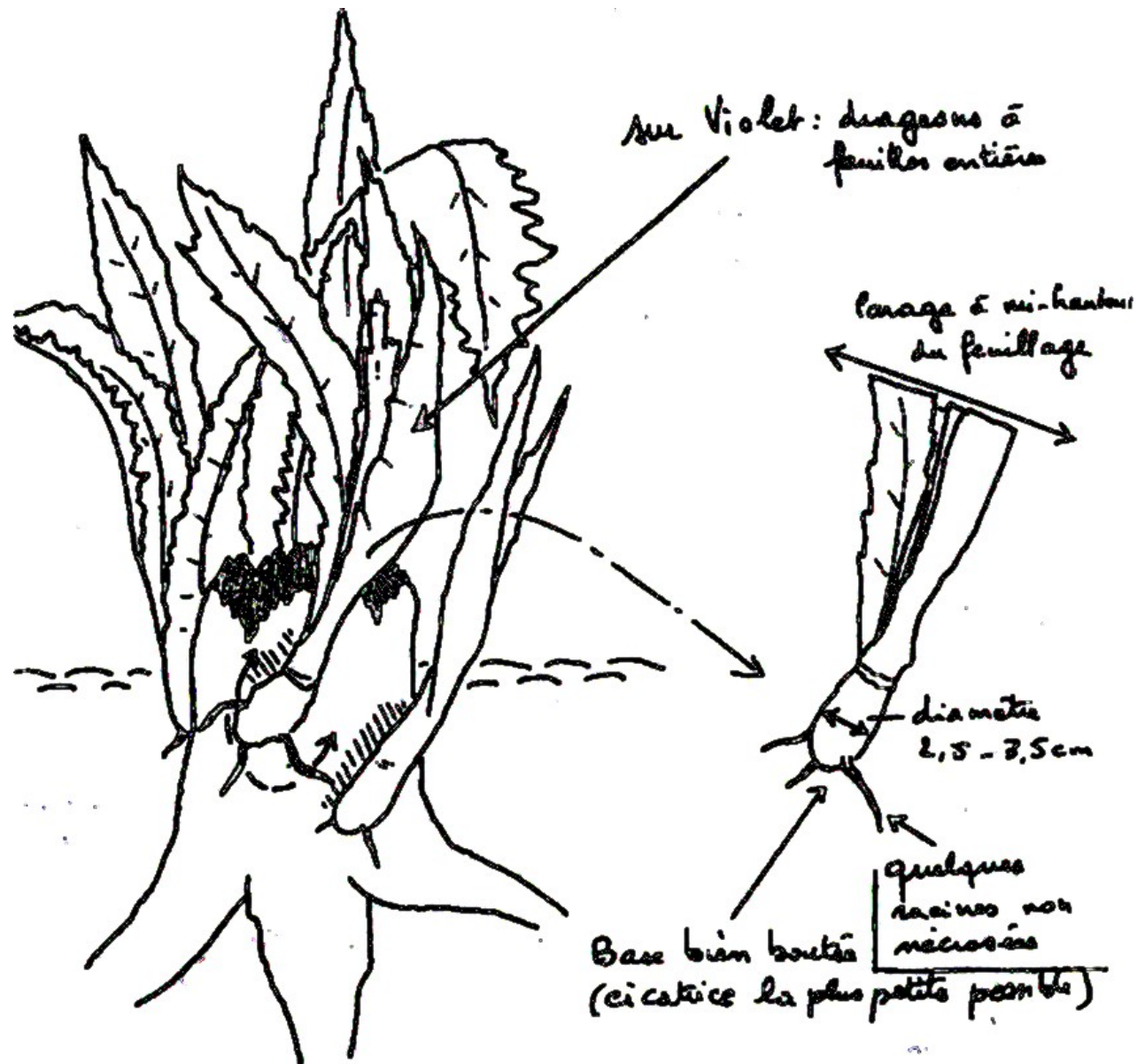
**(2) COMITE D'ACTION TECHNIQUE ET ECONOMIQUE (CTIFL / CATE),
VEZENDOQUET - 29 250 SAINT POL DE LEON – FRANCE - jm-collet@cate.fr**

**(3) CHAMBRE D'AGRICULTURE DU FINISTERE 29 250 SAINT POL DE LEON –
FRANCE - nicolas.mezencev@finistere.chambagri.fr**

Artichaut Camus : cycle végétatif



Le passage du '2 ans' au 'drageon'



Reproduction végétative :
Pas de rupture dans le cycle...du mildiou

➤ L'artichaut : Sensibilité variétale au mildiou



Les globuleux verts



Les globuleux violets

Les cylindro coniques



➤ **Introgression du cardon dans l'artichaut
(Croisements inter-spécifiques et back cross).**

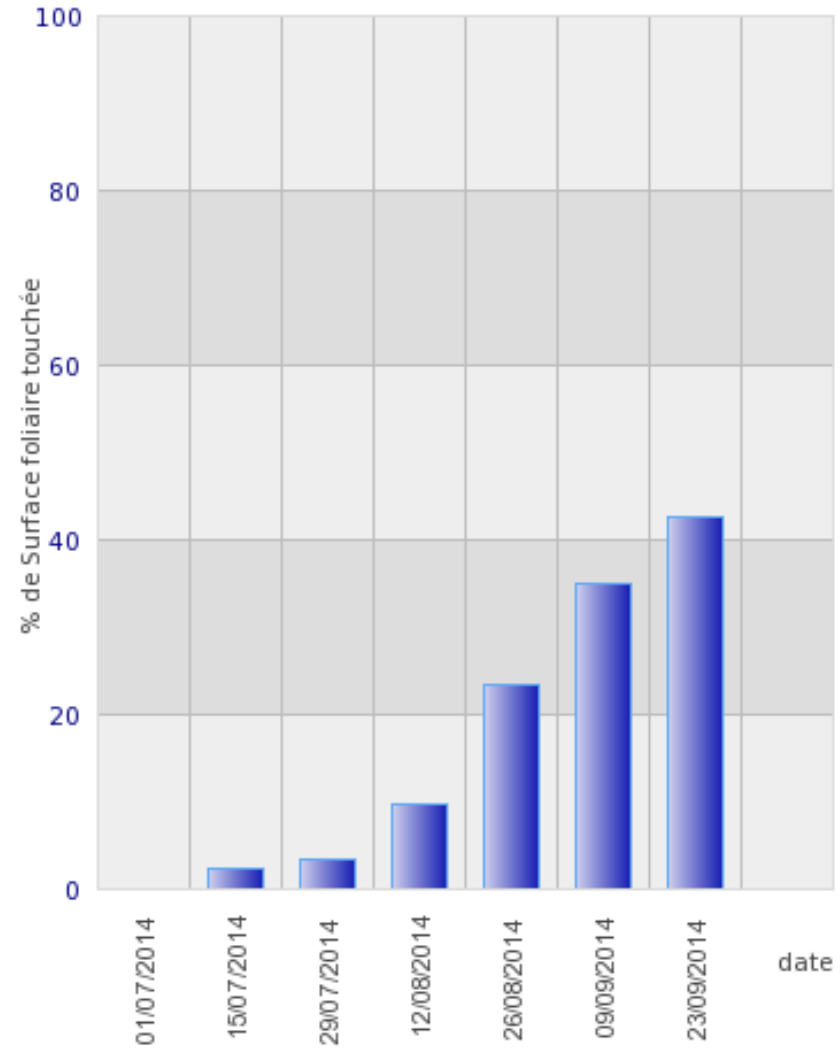


- **Difficile introgression des gènes de résistance du **cardon** dans l'artichaut**
- **Plante pluriannuelle, cycle long**
- **Schéma de sélection complexe**

Symptôme du mildiou sur capitules et feuillage

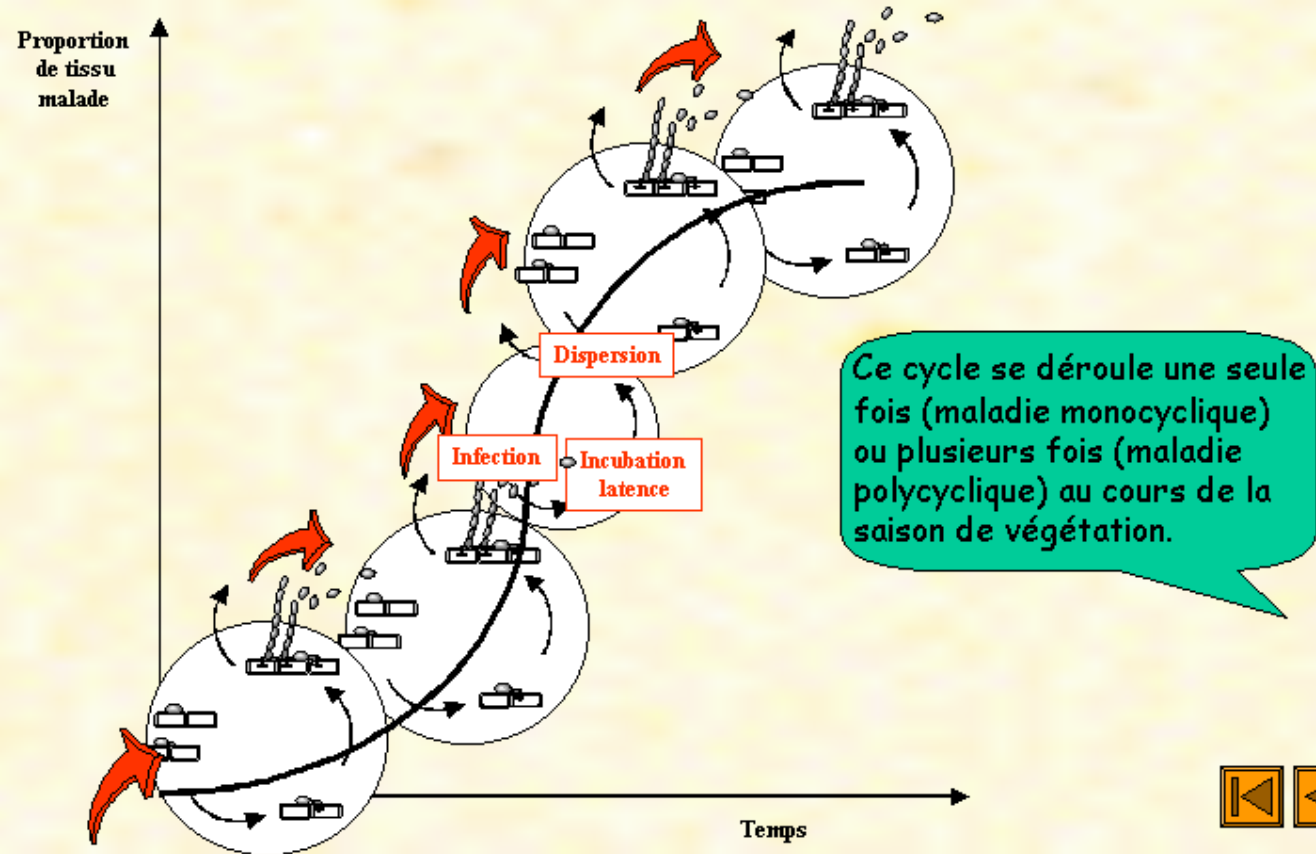


Suivi du mildiou sur feuillage pour les artichauts plantés en 2014



La dynamique des épidémies

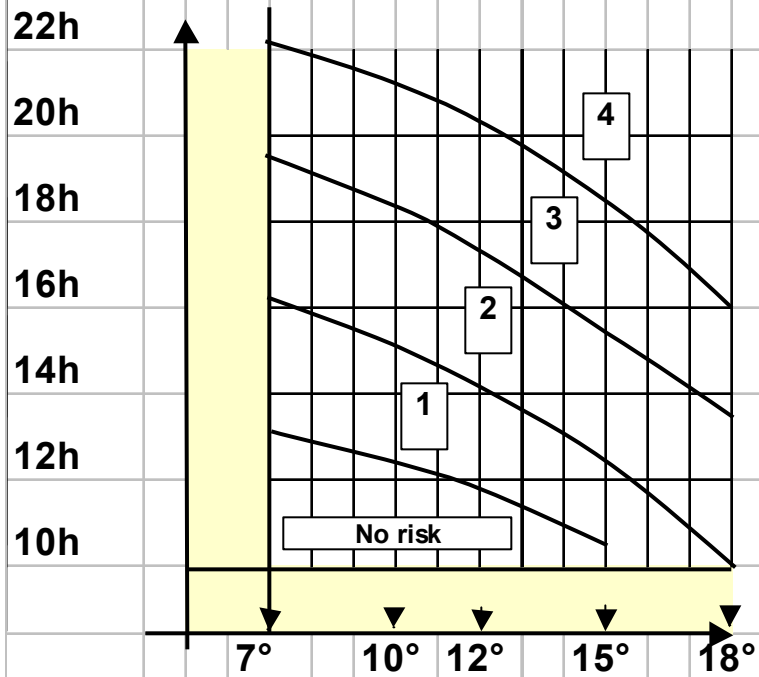
- L'épidémie polycyclique



D'après Lepoivre, 2003

Scale of gravity of critical periods :
Higher risks for a length H given

Period of humidity higher than 90%



Average temperature during the critical period

Simulation of the Downy mildew epidemic in 2012: Modèle Milart.

Incubation units according to the temperature :

Day average temperature	incubation units
8°	0,2 UI
12°	0,4 UI
16,6°	2,5 UI
20,1°	1UI

7 units are necessary for one incubation

Survival of spores in dry air (RH<80%)

Survival of spores	Very good	Good	Average	Low
Length of exposition in dry air	2-4h	5-8h	9-12h	>12h

Sensibilité variétale et phénotypique

Variété	Stades			
	IS au stade O	IS au stade AB	IS au stade CM	IS au stade Cap
Camus	3	3	2	2
Castel	2	1	2	2
Violet de Provence	3	3	2	4

L'**indice** de **sensibilité** variétale commande le niveau de sporulation requis pour le déclenchement d'un cycle :

- ✓ Si la variété ou le stade est **sensible**, une **faible sporée** est suffisante pour démarrer un nouveau cycle épidémiologique.
- ✓ Si la variété ou le stade est **résistant**, il faudra une **sporée abondante** pour provoquer un nouveau cycle.

L'influence des fongicides :

specialité	Mat active	DAR	ZNT	DRE	Mention speciale	Dose	Unité	Nbre appl	Prop. curatives	Persist	Lessiv
AUCUN	0	0	0	0	-	-	-	0	n	0	0
NORDOX 75 WG	Cuivre cuivreux	21	5	6	-	3.33	kg	1	n	7	15
COACH PLUS	Dimetomorphe & pyraclostrobine	3	20	24	-	2.00	l	2	n	10	100
RHODAX	Fosethyl Al & Mancozebe	30	5	24	0	2.00	kg	0	n	15	100
DITHANE	Mancozebe	21	0	0	-	2.00	kg	0	n	7	15
TERFIK	phosphite de potassium	3	5	6	SDP	2.50	l	3	o	21	100
PK2	phosphite de potassium	3	5	6	SDP	2.50	l	3	o	21	100
ETONAN	Phosphonate de potassium	15	3	6	SDP	3.00	L	3	o	21	100

La pluie érode la protection fongicide

Si produit **curatif** : Interruption du compteur d'incubation et de sporulation
 Si le produit est **préventif**, seul le compteur de sporulation est interrompu

La **persistance** : Durée pendant laquelle la maladie ne peut se développer

Le **traitement directeur** est également pris en compte dans le modèle

Concevoir la base de données.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database named '133577_milart'. The left sidebar lists the following tables: climato, dossier, droits, gravite, incubation, parametre, parcelle, phenologie, phyto, situation, station, survie_spores, and variete. The main area displays the structure of several tables:

- 133577_milart.droits**
 - NOM : varchar(20)
 - PWD : varchar(10)
- 133577_milart.dossier**
 - nom_dossier : varchar(20)
 - annee : int(4)
- 133577_milart.parcelle**
 - NOM_DOSSIER : varchar(20)
 - STATION_REF : varchar(40)
 - NOM_PARCELLE : varchar(30)
 - NOM_VAR : varchar(30)
 - DATE_PLANTATION : varchar(10)
 - DATE_PLANTATION_U : int(11)
 - DATE_BROYAGE : varchar(10)
 - DATE_BROYAGE_U : int(11)
- 133577_milart.situation**
 - DATE : varchar(10)
 - DATE_U : int(11)
 - NOM_DOSSIER : varchar(20)
 - NOM_PARCELLE : varchar(30)
 - PRODUIT_TTT : varchar(30)
 - IRRIG_DOSE : int(2)
 - H_FIN_IRRIG : varchar(4)
 - STADE_ATTEINT : varchar(5)
 - IS_CALCULE : int(5)
 - SITUATION_INDEX : int(8)
- 133577_milart.phyto**
 - PRODUIT_TTT : varchar(30)
 - MAT_ACTIVE : varchar(30)
 - DAR : int(2)
 - ZNT : int(3)
 - DRE : int(3)
 - MENTION_SPECIALE : varchar(50)
 - DOSE : decimal(5,2)
 - UNITE : varchar(3)
 - NB_APPLI : int(2)
 - PROP_CURATIVE : varchar(1)
 - PERSISTANCE : int(3)
 - LESSIVABLE : int(3)
 - NOM_LISTE : varchar(20)
 - NUM_LISTE : int(3)
- 133577_milart.station**
 - NOM_STATION : varchar(30)
 - NUM_S : int(3)
 - COORD_X : varchar(13)
 - COORD_Y : varchar(13)
 - LIEU : varchar(30)
 - COMMUNE : varchar(30)
 - NUM-APPEL : varchar(10)
- 133577_milart.climato**
 - NUM_STATION : int(3)
 - DATE : varchar(10)
 - HEURE : varchar(4)
 - TEMPERATURE : decimal(4,1)
 - HUMIDITE : int(3)
 - PRECIPITATION : decimal(4,1)
 - TEMPS_INDEX : int(8)
- 133577_milart.variete**
 - NUM_PARA : int(3)
 - NOM_PARA : varchar(30)
 - NOM_VAR : char(30)
 - IS_STADE_O : int(5)
 - IS_STADE_AB : int(5)
 - IS_STADE_CM : int(5)
 - IS_CAPITULE : int(5)
- 133577_milart.parametre**
 - NUM_PARA : int(3)
 - NOM_PARA : varchar(30)
 - NOM_PARASITE : varchar(30)
 - SOEUIL_H_SPORUL : int(3)
- 133577_milart.incubation**
 - num_para : int(3)
 - nom_para : varchar(30)
 - ii : int(11)
 - temps_moy_min : decimal(4,1)
 - u_incub : decimal(4,1)
- 133577_milart.survie_spores**
 - NUM_PARA : int(3)
 - NOM_PARA : varchar(30)
 - NDICE : int(1)
 - CLASSE_SURVIE : varchar(2)
 - MAX_DUREE : varchar(2)
- 133577_milart.gravite**
 - num_para : int(3)
 - nom_para : varchar(30)
 - temp_moy : varchar(2)
 - d_humidite : varchar(4)
 - indice : varchar(1)

Le requêtage :




Utilisation du langage **SQL** (IBM-1974)

Permet d'agir sur les tables de la base de données :

**Select u-incub FROM incubation WHERE temp-moy_min
between 12 and 16.5**

Trier sur l'index: aucune

+ Options




	num_para	nom_para	ii	temps_moy_min	u_incub
<input type="checkbox"/>  	1	standard	1	8.0	0.2
<input type="checkbox"/>  	1	standard	2	12.1	0.4
<input type="checkbox"/>  	1	standard	3	16.6	2.5
<input type="checkbox"/>  	1	standard	4	20.1	1.0

Tout cocher / Tout décocher Pour la sélection :   

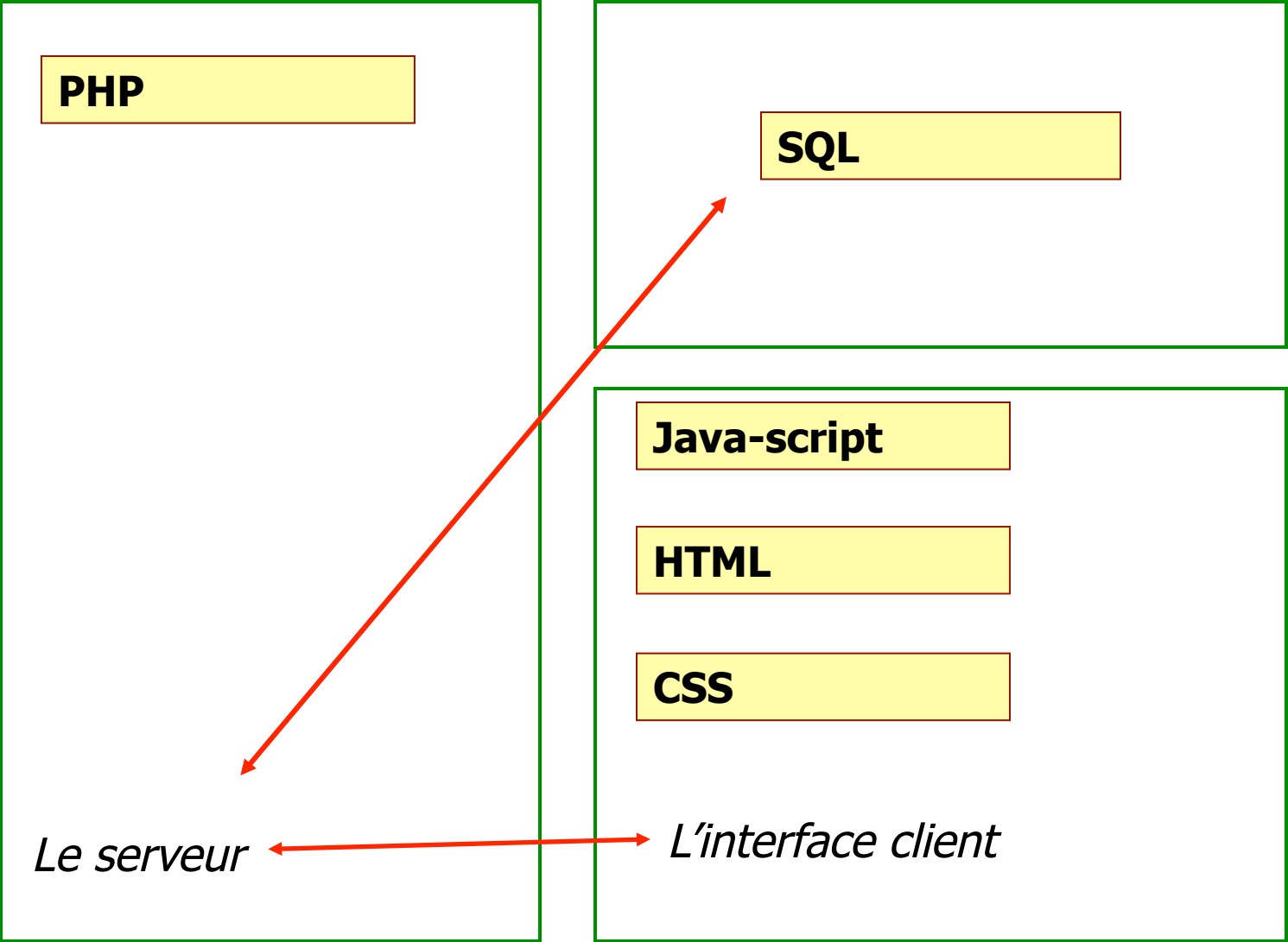
Afficher : 30 enregistrement(s) à partir de l'enregistrement n° 0

en mode horizontal et répéter les en-têtes à chaque group

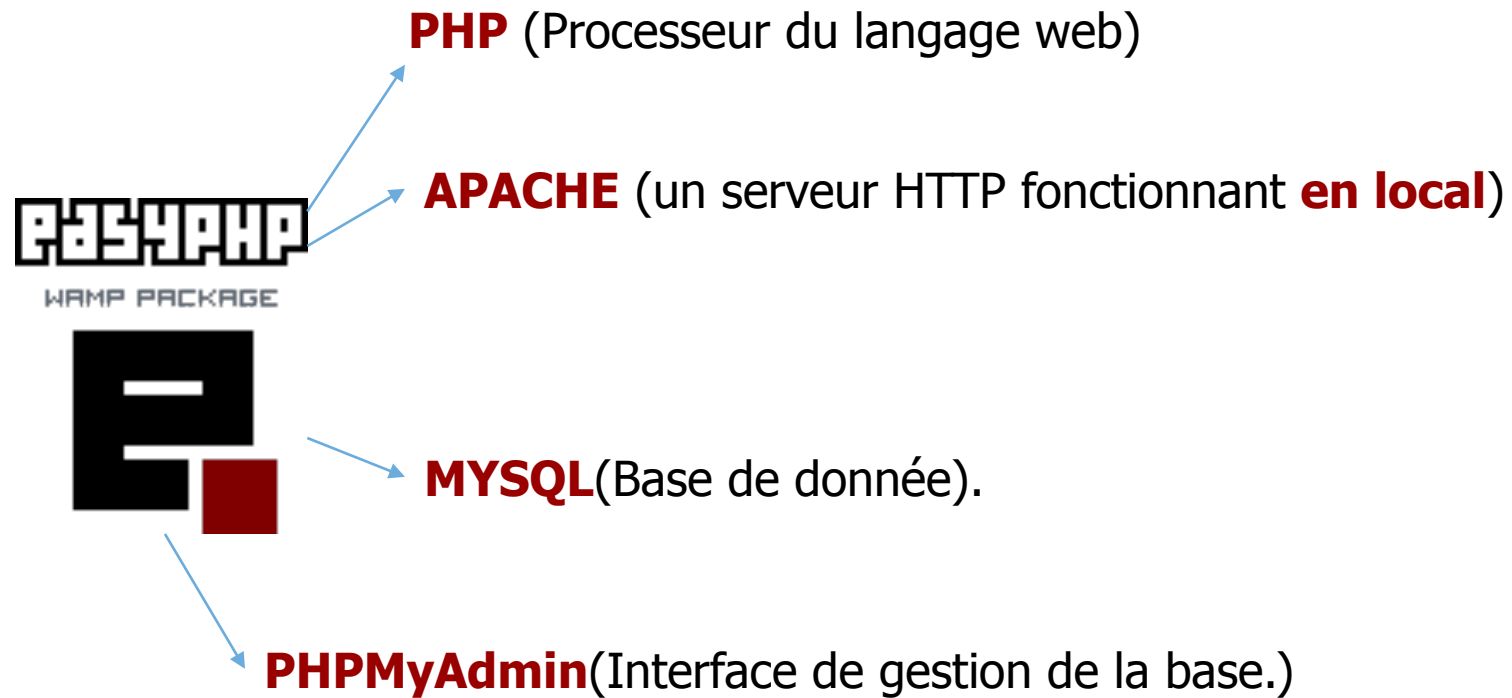
Opérations sur les résultats de la requête

 Version imprimable  Version imprimable (avec textes complets)  Exporte

Architecture client/serveur :



L'outil : **Easy-PHP**



Gratuit et open-source sur <http://www.easyphp.org/>

Le développement du modèle Milart :

- Programmation en langage web de **l'algorithme de calcul.**
- Hébergement et alimentation d'une **base de donnée** contenant:

- des **données climatiques horaires**
- des **données épidémiologiques.**
- des **données agricoles.**

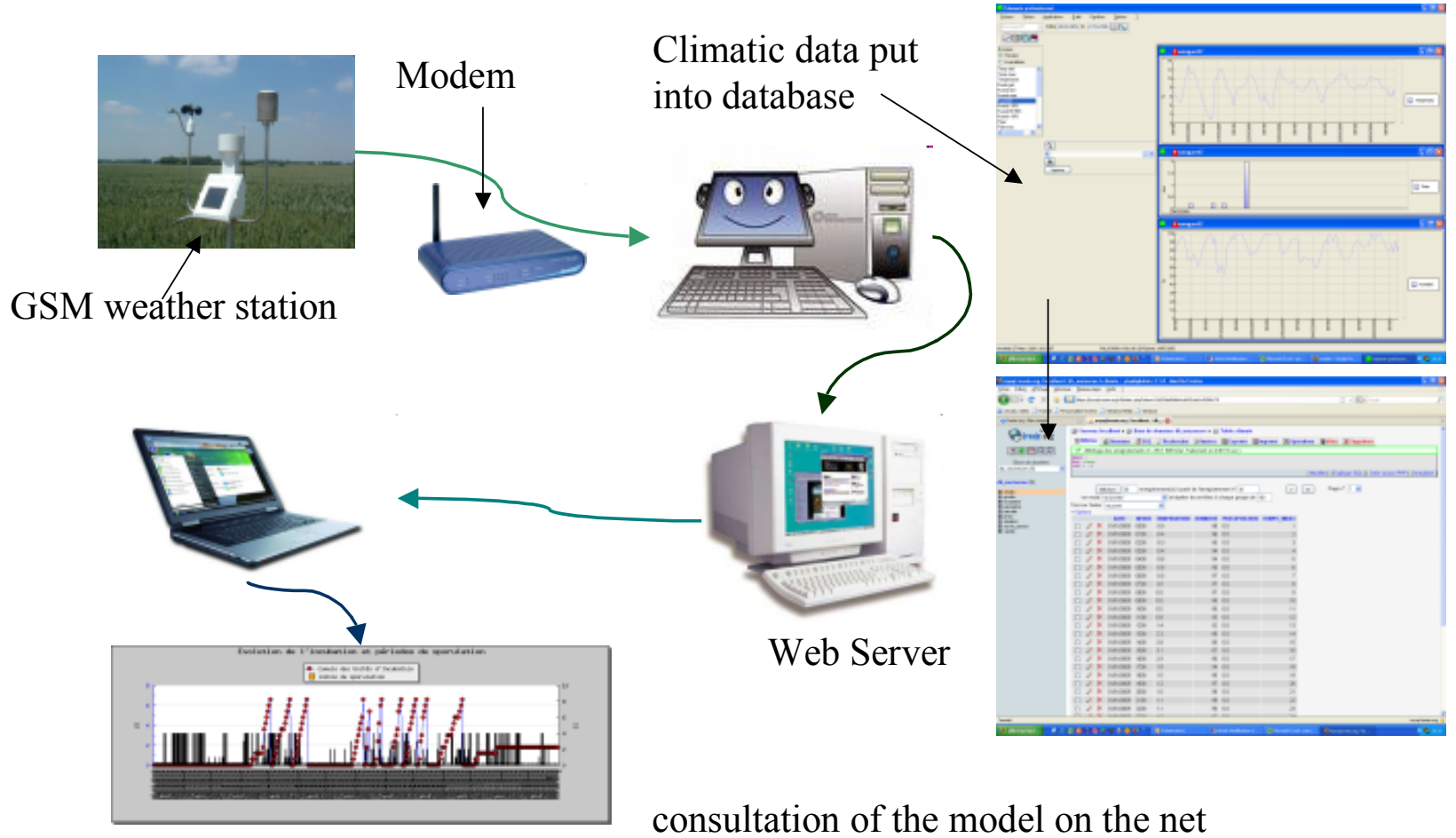


Le programme progresse heure par heure depuis la date de calage du modèle jusqu'à la dernière heure mise à jour et calcule les indices de risque qu'il restitue

Objectif : Créer un service web.

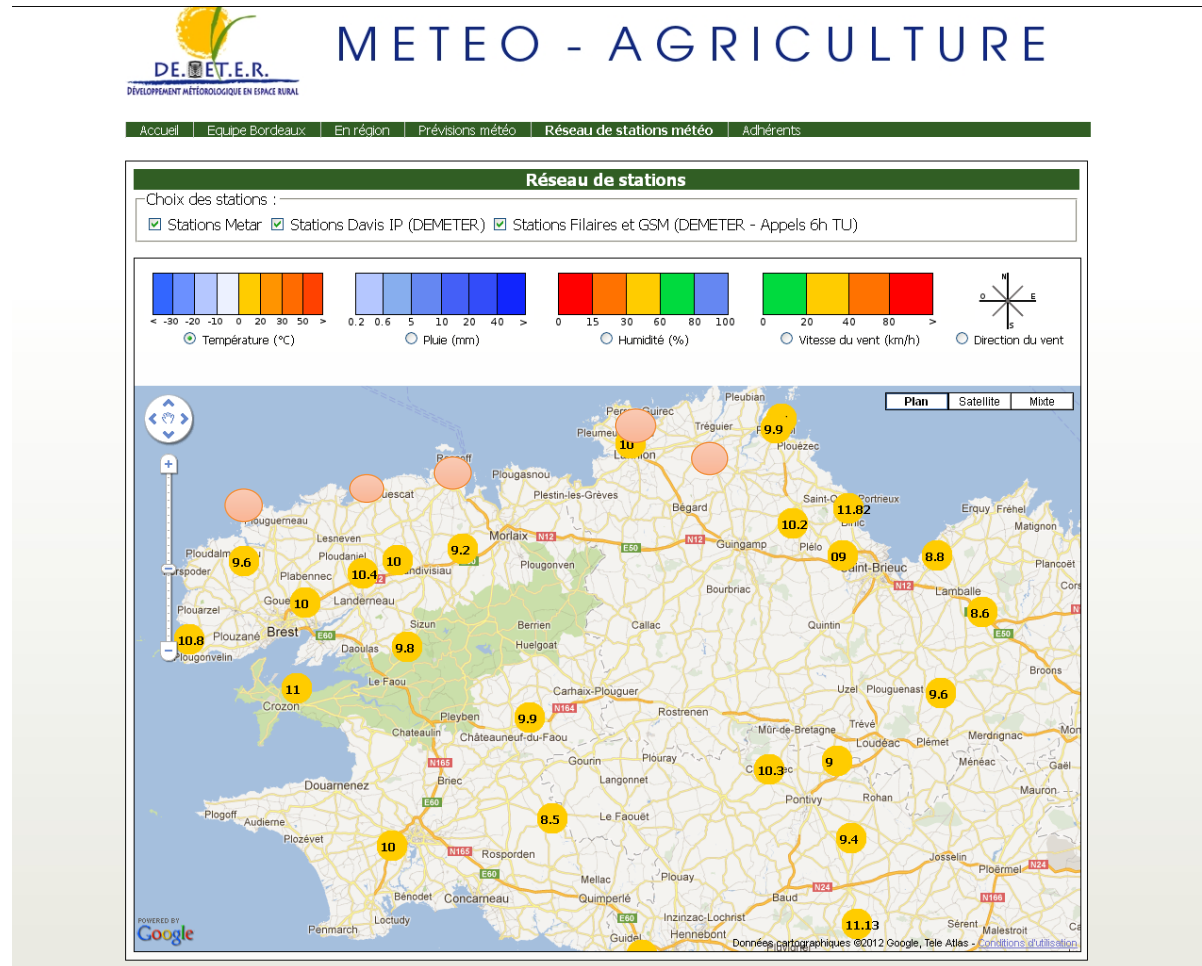
Establishment of a Model of Downy Mildew on Artichoke:

Collect of the data and access to the model :



Les données météo :

Le réseau des stations météorologiques dans l'ouest : Réseau Déméter



Distance opérationnelle des stations : 7-10km

Établir une interface ergonomique:

-L'introduction des données

The screenshot shows the Mil@rt web application interface. At the top left is the logo of an artichoke and the text "Mil@rt (modélisation du mildiou de l'artichaut)". A navigation menu includes "Nouvelle parcelle", "Correction Parcelle", "Choix parcelle", "Menu général", and "Agri-29". A table lists existing parcels with columns for name, date of planting, date of crushing, variety, and reference station. Below the table is a form for entering new parcels with fields for name, date of planting, date of crushing, variety, and reference station, along with "Sup" and "Ajt" buttons. At the bottom is a map showing the location of selectable weather stations in the region.

version 06/04/2012

Nous sommes le **Lundi 26 novembre 2012**. Il est **17:31:57**

[Nouvelle parcelle](#) [Correction Parcelle](#) [Choix parcelle](#) [Menu général](#) [Agri-29](#)

Nom parcelle	Date de plantation	Date de broyage	Variété	Station météo de référence
bellec	15/03/2011		camus	CATE-St-Pol
bouget	15/03/2011		camus	Tregor
cadiou	15/03/2011		camus	CATE-St-Pol
floch	15/03/2011		camus	CATE-St-Pol
guillou	15/03/2011		violet	CATE-St-Pol
kerrien	15/03/2011		violet	CATE-St-Pol
lebihan	15/03/2011		camus	Plounevez-Lochrist
lecoat	15/03/2011		castel	Tregor
pluchon	15/03/2011		castel	Plounevez-Lochrist
prigent	15/03/2011		violet	CATE-St-Pol
remeur	15/03/2011		violet	Tregor
yven	15/03/2011		violet	CATE-St-Pol

Parcelles du dossier 2012

Entrée des nouvelles parcelles:

Nom parcelle: Date de plantation: Date de broyage: Variété: Station météo de référence: [Sup](#) [Ajt](#)

Localisation des stations météo sélectionnables :

Plan Satellite

- La mise à jour de la situation :

Milart : Modèle Mildiou de l'artichaut

www.milart.web4me.fr/p1.php#1

version 02/05/2012

Mil@rt (modélisation du mildiou de l'artichaut)

Nous sommes le **Lundi 28 novembre 2012**. Il est **17:37:17**

bellec [bouget](#) [cadiou](#) [floch](#) [guillou](#) [kerrien](#) [lebihan](#) [lecoat](#) [pluchon](#) [prigent](#) [Menu général](#) **Agri-29**

Dossier 2012

Nom parcelle	Date de plantation	Date de broyage	Variété	Station météo de référence
bellec	15/03/2011		camus	CATE-St-Pol

Actualisation : [Traitements](#) [Irrigation](#) [Stade](#) [Risque](#)

date	produit
16/03/2012	AUCUN
28/05/2012	NULL

Nouveaux traitements

nouveaux traitements:

Date de traitement Spécialité Sup Ajt

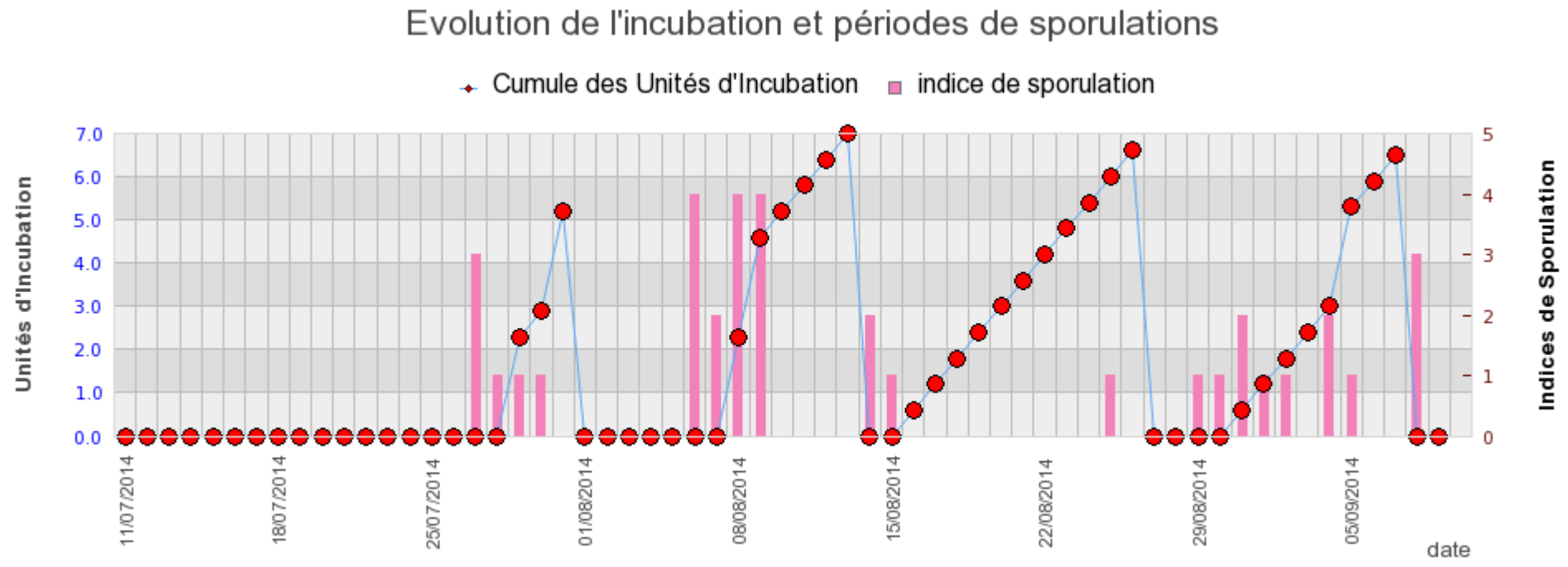
Simulation

specialité	Mat active	DAR	ZNT	DRE	Mention speciale	Dose	Unité	Nbre appl	Prop curatives	Persist	Lessiv
AUCUN	0	0	0	0	-	-	-	0	n	0	0
NORDOX 75 WG	Cuivre cuivreux	21	5	6	-	3.33	kg	1	n	7	15
COACH PLUS	Dimetomorphe & pyraclostrobine	3	20	24	-	2.00	l	2	n	10	100
RHODAX	Fosethyl Al & Mancozebe	30	5	24	0	2.00	kg	0	n	15	100
DITHANE	Mancozebe	21	0	0	-	2.00	kg	0	n	7	15
TERFIK	phosphite de potassium	3	5	6	SDP	2.50	l	3	o	21	100
PK2	phosphite de potassium	3	5	6	SDP	2.50	l	3	o	21	100
ETONAN	Phosphonate de potassium	15	3	6	SDP	3.00	L	3	o	21	100

ModstatSAP Paris 11/12-2014

-La simulation :

Modèle MILART sur drageon



Alerte mildiou depuis le 05/09/2014

CATE : ETONAN fait le 11/07. Mildiou bien présent en septembre

-Vérification de la pertinence :

Etablissement d'hypothèses sur les données épidémiologiques (*M Cochennec*) :

➤ Etudes complémentaires au laboratoire :

-vérification de comportement aux **températures** basses (entre 6° et 20°)

- **Concentration** en spores de l'inoculum apporté (2000 à 20 000 spores/ml)

-**Survie** de l'inoculum dans l'air sec

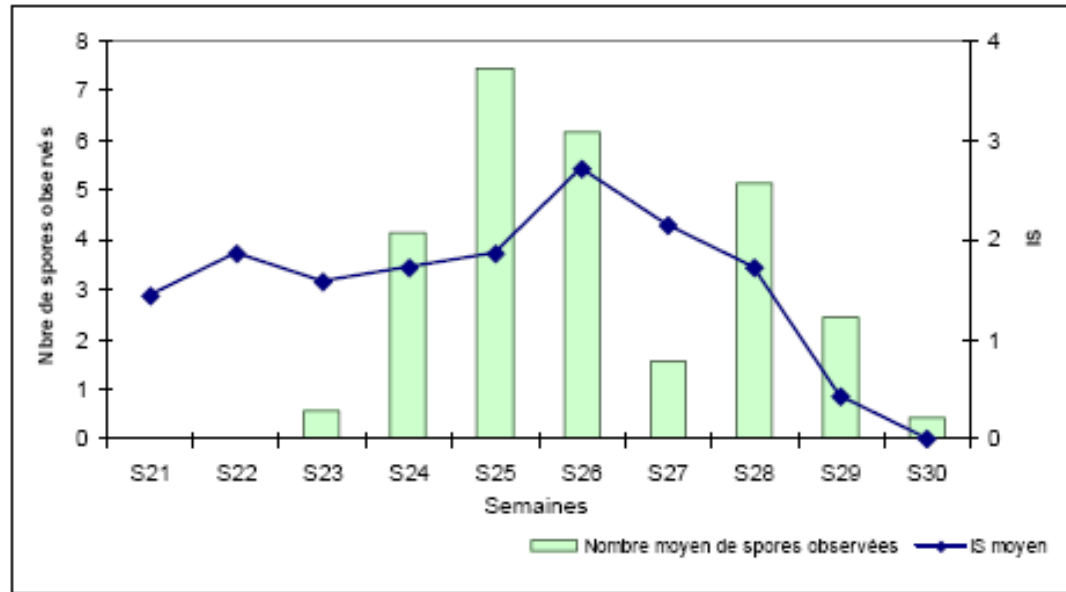
- influence de la **lumière** sur la production de spores.

- Travail en **phytotron**, sur **disques foliaires** ou sur **jeunes plants** issus de semis.

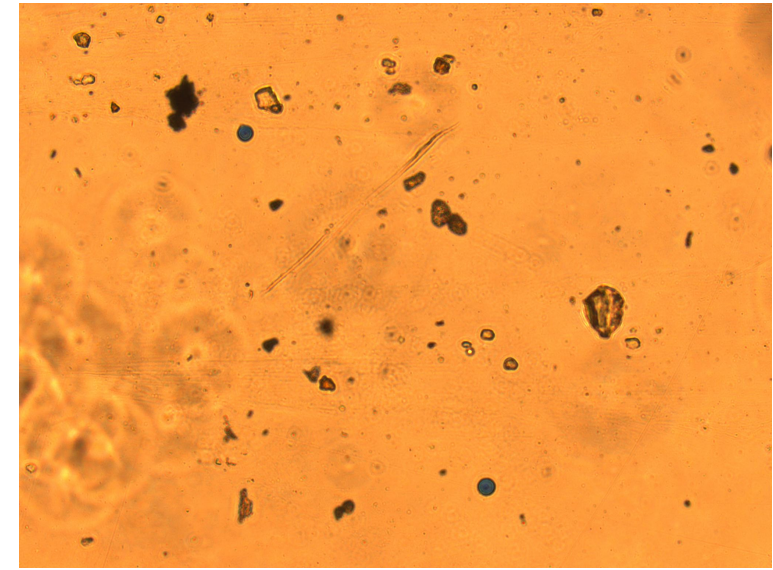
➔ Ajustement des abaques de Guntz et Divou pour l'artichaut



➤ Etudes complémentaires en **plein champ** pour la détection des inoculum primaires (Aspirateur à spores).



**Actuellement trop lourd pour être exploité par le modèle...
Nouveau capteur à Carrousel couplé à une PCR Quantitative prévu pour 2015.**

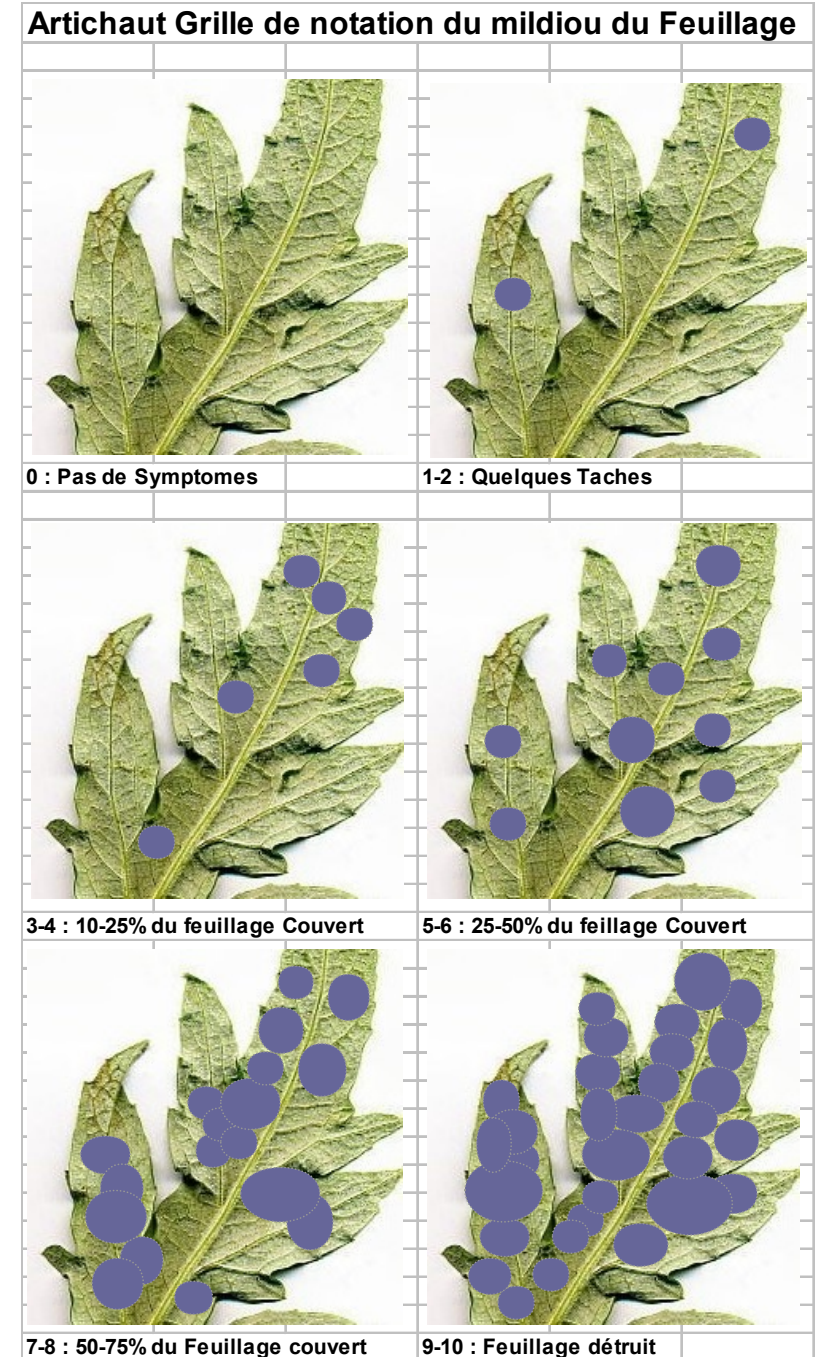


Capteur de spores Burkard

Mise en corrélation des données simulées et des données observées :

- ✓ Établissement d'une grille de mesure au champ.
- ✓ Notation hebdomadaire des sorties de tâche (Grille).
- ✓ Collecte des données climatiques, des stades de la culture et des traitements phytosanitaires.

➔ Réseau de parcelles et essais station à 4 blocs



Réseau d'évaluation de Mil@rt-2014 (A. Stephan)

	Tprod ¹ >Tmod ²	Tprod=Tmod	Tprod<Tmod
Essai producteur - drageons	8 parcelles	6 parcelles	6 parcelles
Essai producteur - retours	2 parcelles	1 parcelle	2 parcelles
Essai CATE - drageons	✓		
Essai CATE - retours	✓		

	modèle	producteur	témoin non traité
Essai producteur - drageons	10,22t/ha	10,94t/ha	/
Essai producteur - retours	8,20t/ha	8,16t/ha	/
Essai CATE - drageons	9,79t/ha	10,48t/ha	9,69t/ha
Essai CATE - retours	7,5t/ha	7,7t/ha	7,5t/ha

¹ Tprod = traitement « producteur »

² Tmod = Traitement « modèle »

Intérêt économique du modèle en comparant les rendements avec les pratiques :

Ceux qui respectent le modèle n'ont pas de plus mauvais résultats que les autres...mais traitent en général moins.

