

Quel système d'aide à la décision pour gérer le risque limaces en grande culture ?



Quel système d'aide à la décision pour gérer le risque limaces en grande culture ?

which decision support system to manage slugs in arable crop?

François Brun, André Chabert, Elmina Mottin,
Lucie Michel (ACTA), S. Gervois (Cetiom)

Contexte

- **limaces grises et noires** : problème important en grande culture en France (colza, le tournesol et la betterave, mais aussi le blé et d'autres céréales)
- Utilisation de molluscicides pour la lutte directe
 - 13% surfaces (grande culture)
 - IFT en molluscicide de 1.1 sur les oléagineux
- Forte influence :
 - **pratiques agronomiques** sur les populations de limace (inter-culture, réduction du travail du sol,...)
 - **conditions climatiques de l'année**
 - **historique** des populations de limaces (ex: 2013 et conséquences sur 2014)
- Mise en œuvre des principes de la lutte intégrée
 - => prise en compte d'**informations complémentaires** et **combinaison des informations**.
 - => **construire un système d'aide à la décision complet** qui fournira l'ensemble des éléments d'analyse nécessaire à l'évaluation du risque et à la prise de décision en découlant.

Différents types d'outils pour répondre aux différents besoins du terrain

- **en amont de la campagne ("décisions stratégiques")** - situation avec un risque limace récurrent
 - => **évaluer l'intérêt de changer des composantes du système de culture et pratiques agricoles pour réduire structurellement ce risque**
 - pas encore d'outil opérationnel, mais travaux du projet.*
- **en cours de campagne ("décisions tactiques")**
 - => **raisonner la lutte directe. 1) les populations de limaces (opportunité d'un traitement) 2) leur activité (position le traitement)**

Différents types d'outils pour répondre aux différents besoins du terrain

Que souhaite-t-on estimer ?	Quand ?
Impact du système de production sur la population de limaces.	En amont de la campagne , lorsque l'on veut modifier son système de culture pour réduire un risque limace récurrent ou lorsque l'on veut modifier son système pour un autre objectif pour évaluer l'impact sur le problème limace.
Dynamique de la population de limaces en fonction des conditions climatiques et du couvert.	En cours de campagne , pour estimer les effectifs de la population de limaces, afin de décider d'une intervention ou d'évaluer l'effet d'une intervention sur la population.
Activité de la population de limaces en fonction des conditions climatiques.	En cours de campagne , à la période des traitements, pour positionner le traitement à une période d'activité maximale des limaces.
Nuisibilité en fonction de la population, de leur activité et de la sensibilité des cultures.	En cours de campagne , à la période des traitements, pour estimer les dégâts occasionnés par la population et estimer les pertes de rendement.
Estimation de la population et de leur activité en fonction des observations directes ou par piégeage.	En amont de la campagne ou en cours de campagne , estimer les populations et leurs activités.

Différents types d'outils pour répondre aux différents besoins du terrain

Que souhaite-t-on estimer ?	Quels éléments pris en compte ?	Quand ?
Impact du système de production sur la population de limaces.	Culture et rotation Travail du sol Autres pratiques Environnement de la parcelle Présence d'auxiliaires Type de sol (climat moyen)	En amont de la campagne , lorsque l'on veut modifier son système de culture pour réduire un risque limace récurrent ou lorsque l'on veut modifier son système pour un autre objectif pour évaluer l'impact sur le problème limace.
Dynamique de la population de limaces en fonction des conditions climatiques et du couvert.	Population initiale Condition climatique de l'année (Culture et interculture précédente) (Mesure(s) prophylactiques et phytosanitaires)	En cours de campagne , pour estimer les effectifs de la population de limaces, afin de décider d'une intervention ou d'évaluer l'effet d'une intervention sur la population.
Activité de la population de limaces en fonction des conditions climatiques.	Conditions climatiques des derniers jours-semaines (Etat hydrique du sol) (Culture et couvert)	En cours de campagne , à la période des traitements, pour positionner le traitement à une période d'activité maximale des limaces.
Nuisibilité en fonction de la population, de leur activité et de la sensibilité des cultures.	Culture Stade de la culture Effectif et activité de la population	En cours de campagne , à la période des traitements, pour estimer les dégâts occasionnés par la population et estimer les pertes de rendement.
Estimation de la population et de leur activité en fonction des observations directes ou par piégeage.	Observations directes Piégeages	En amont de la campagne ou en cours de campagne , estimer les populations et leurs activités?

Analyse des modèles existants

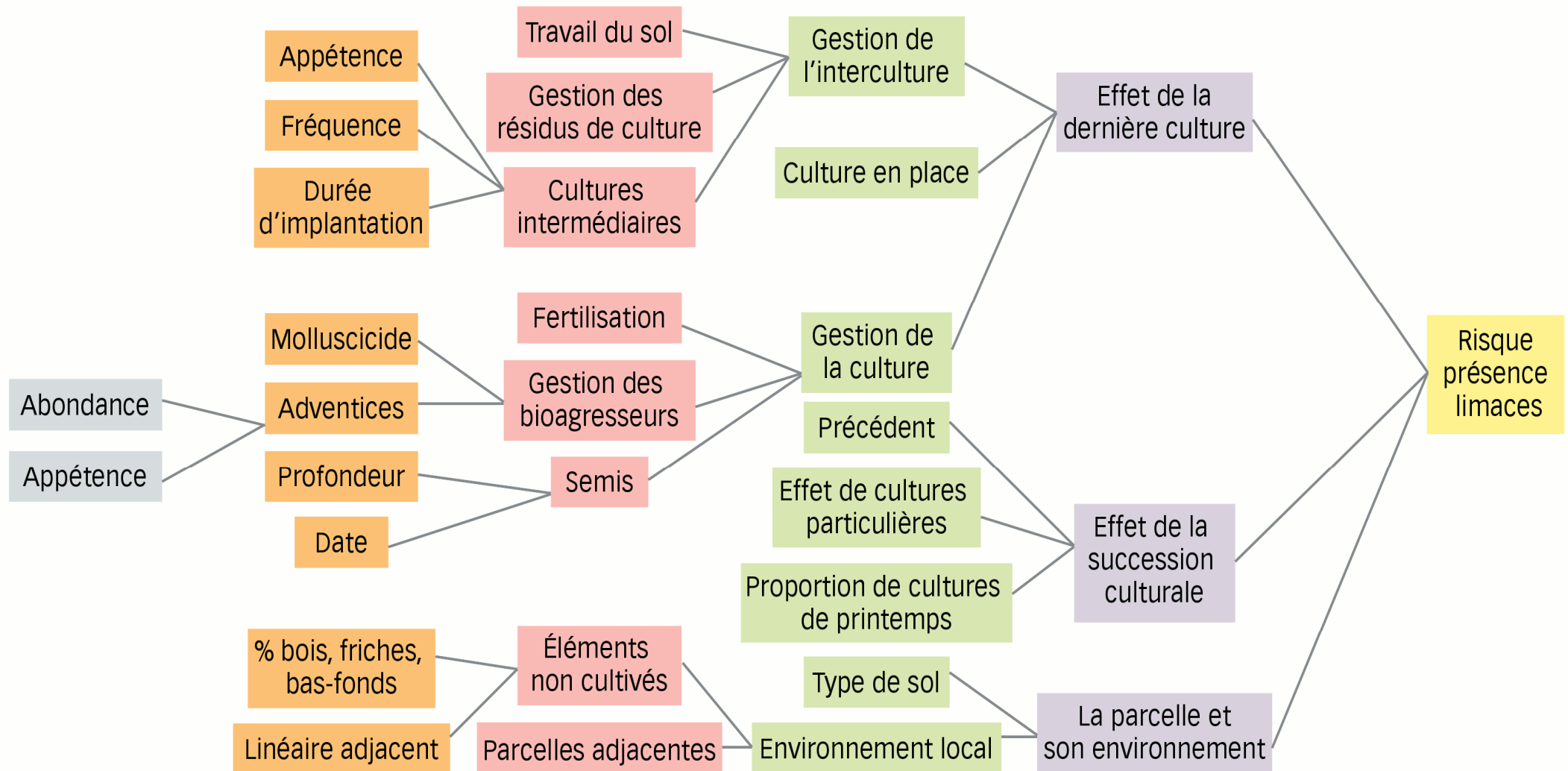
- Analyse de la **littérature**
 - ~10 modèles
- identification de **3 types** :
- 1) **Impact du système de production végétal**
- 2) **Dynamique des populations**
- 3) **Activité des populations**

Type	Nom modèle et objectif	Formalisme	Variable d'entrée	Variable sortie	Références
Type 1. Impact du système de production végétal	DEXI-Limace. Effet du système et des pratiques sur le risque limace.	Modèle qualitatif et agrégatif	Système de culture Pratiques	Classe de risque limace	Chabert et al, 2013
Type 2. Dynamique des populations	Shirley 2001. Prédire la dynamique de population et l'activité en fonction des conditions météos.	Modèle dynamique individu centré	Météo (T, pluie) Teneur en eau du sol Etat culture	Limaces/m ² (par stade) Activité	Shirley et al., 2001
	Choi 2004. Prédire la dynamique de population en fonction des conditions météos.	Modèle dynamique classes de population	Météo (T, pluie)	Limaces/m ² (par stade)	Choi et al., 2004
	Choi 2006. Prédire la dynamique de population et la répartition spatiale en fonction des conditions météos.	Modèle dynamique individu centré	Météo (T, pluie) Etat culture	Limaces/m ² (par stade) Dégât à la culture Distribution spatiale	Choi et al., 2006 Willis et al., 2006
	Schley 2002. Prédire la dynamique des différentes générations de limace.	Modèle dynamique discret	(météo annuelles moyennes) (approche très théorique)	Limaces/m ²	Schley et Bees, 2002
	Schley 2003. Prédire la succession des générations.	Modèle dynamique avec délais	Aucune (approche très théorique)	Limaces/m ² Biomasse/m ²	Schley et Bees, 2003
	Bees 2006. Prédire l'évolution dans le temps de la distribution des tailles de limace.	Modèle dynamique structuré par taille	Aucune (approche très théorique)	Limaces/m ² (distribution des tailles)	Bees et al., 2006
Type 3. Activité des populations	Young 1989. Prédire l'activité des limaces (pour positionner un traitement)	Indicateur climatique	Micro-météo (T, pluie, RH, vent) Teneur eau du sol	Jour favorable ou défavorable	Young et Port, 1989
	Young 1991-1993. Prédire l'activité des limaces (pour positionner un traitement)	Indicateur climatique	Météo (Tsol, T) Teneur eau du sol	Jour favorable ou défavorable	Young et al., 1993 Young et al., 1991
	Chabert 1999. Prédire l'activité des limaces (pour positionner un traitement et évaluer les populations). Comparaison de l'année par rapport à des années historiques.	Indicateur climatique cumulé	Météo (Tmin, Pluie) avec moyenne ou cumul sur une fenêtre temporelle.	Indice journalier Indice cumulé	Chabert, 1999

Type 1. Impact du système de production végétal

- formalisation les effets sur les populations de limaces
 - **composants du système de production**
(succession culturale, cultures intermédiaires, culture en place,...)
 - **pratiques**
(travail du sol, gestion des résidus de récoltes, semis, molluscicides ...)
 - **contexte environnemental**
(type de sol, présence adventices,...)
- ⁸ intégration dans un **arbre agrégatif et qualitatif**

Ex. Dexi-limace : modélisation de l'effet du système de production végétal



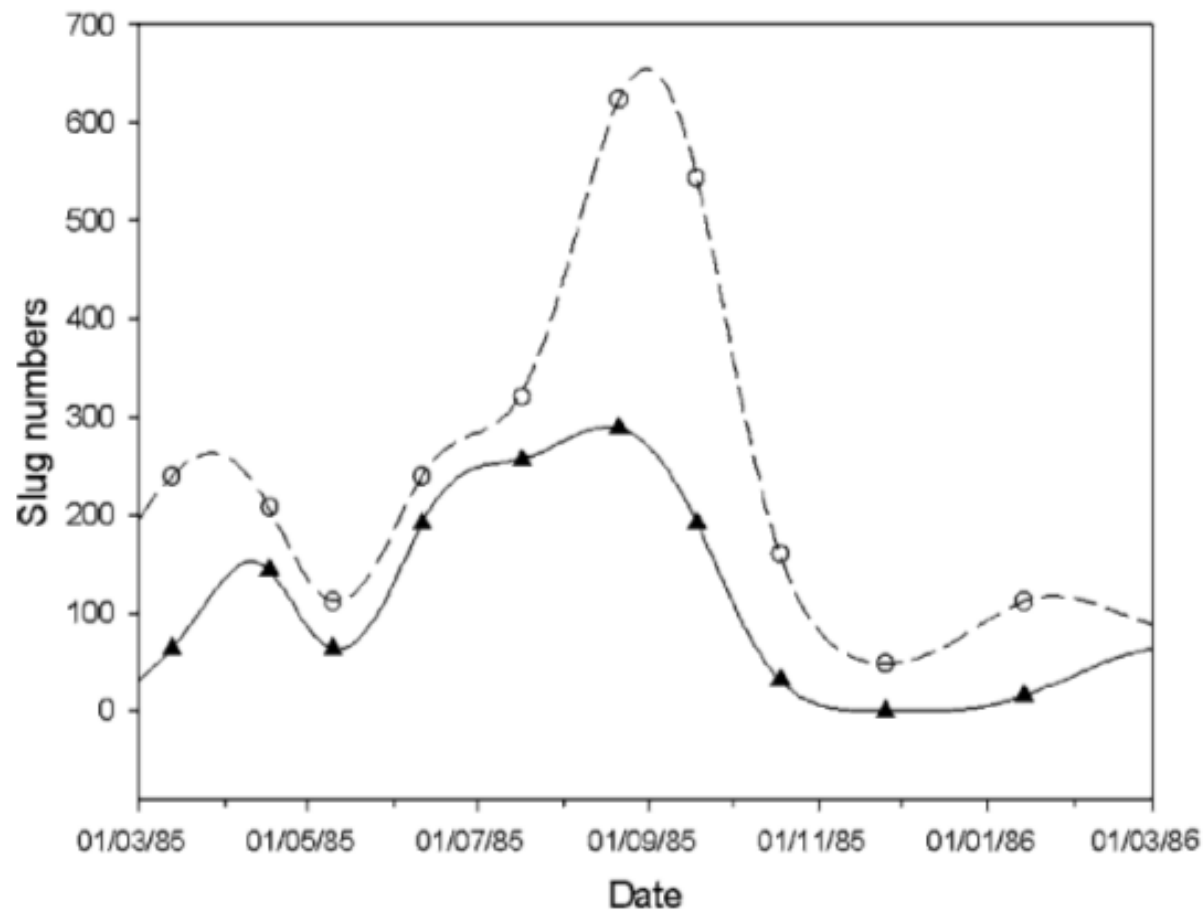
Chabert, 2014

Type 2. Dynamique des populations.

- Représenter la dynamique de population au cours du temps (stade, croissance, reproduction, mortalité)
- modèle de **dynamique de populations relativement simple**
 - (Choi et al., 2004) : relativement simple. Deux classes Juvéniles, Adultes. Prise en compte température et pluviométrie.
- modèles **individus centrés**
 - (Shirley et al., 2001). Modèle de stade et de croissance.
 - (Choi et al., 2006). simulation du déplacement fonction état de la culture et répartition spatiale à l'échelle de la parcelle.
- **Evaluation de ces modèles**
 - OK pour les grands traits de la dynamique des populations
 - MAUVAISE prise en compte des conditions météorologiques (variabilité interannuelle) ou les effets sites (type de sol).

Modèle simple de dynamique de population (Choi *et al.*, 2004)

$$\begin{aligned}\frac{dX_J(t)}{dt} &= \alpha(t) - (\delta_J(t) + \rho(t))X_J(t), \\ \frac{dX_A(t)}{dt} &= \rho(t)X_J(t) - \delta_A(t)X_A(t),\end{aligned}\quad (1)$$



Type 3. Activité des populations.

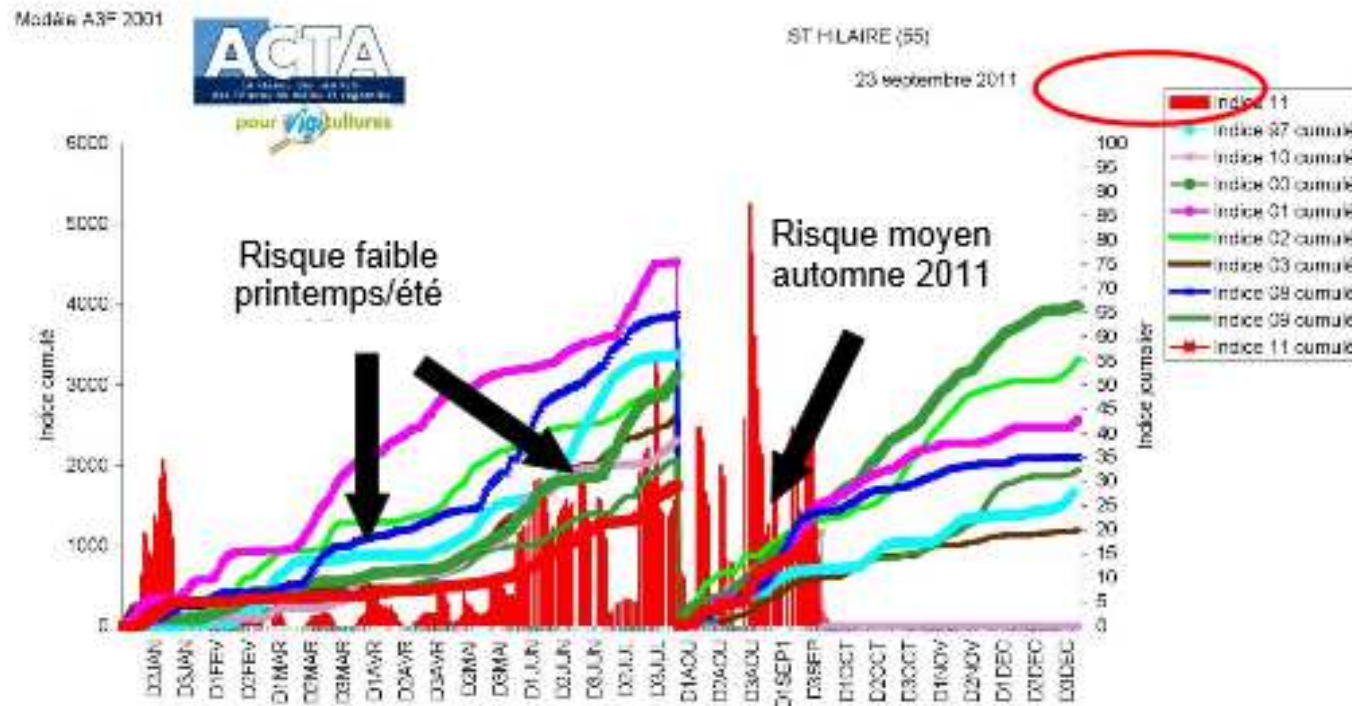
- Problématique = **opportunité** et **positionnement traitements**
- Construction et l'évaluation basées sur observations d'**activité des limaces** (distances parcourues et nombre d'heures d'activité par suivi vidéo) ou des **piégeages** (mesurant à la fois la taille de la population et son activité).
- **Young et Port (1989)**. variables microclimatiques => peu opérationnel.
- **Young et al. (1993 et 1991)**. effet de la teneur en eau du sol => plus difficile à quantifier en routine.

Modèle climatique d'activité (ACTA-Chabert)

BULLETIN DE SANTE DU VEGETAL LORRAINE – GRANDES CULTURES BULLETIN N°6 – EDITION DU 28 SEPTEMBRE 2011

Limaces

Le modèle climatique de prévision des risques limaces développé par l'ACTA indique, à titre indicatif sur la station de Saint Hilaire en woèvre-55, un niveau de risque potentiel actuellement moyen en comparaison aux années précédentes (courbes rouges pour 2011 et différentes couleurs pour les différentes années). Après un printemps et un été 2010 perturbants pour leurs cycles de reproduction, les piégeages restent le seul indicateur fiable d'activité des limaces cet automne en pré-semis ou pré-levée et peuvent permettre d'anticiper des dégâts potentiels en culture.



Graphique de prévision de risques Limaces. Opération test effectuée sur les données Météo des stations ARVALIS. L'axe des abscisses comporte une année découpée en décades, et commence en janvier. Les histogrammes sont des indices journaliers et se rapportent à l'axe de droite. Les courbes sont des indices cumulés et se rapportent à l'axe de gauche. La courbe de l'année 2011 (en rouge) est située par rapport à une année de référence haute et une année de référence basse parmi celles disponibles dans la base, références qui peuvent être différentes au printemps et à l'automne.

Quelles données disponibles ?

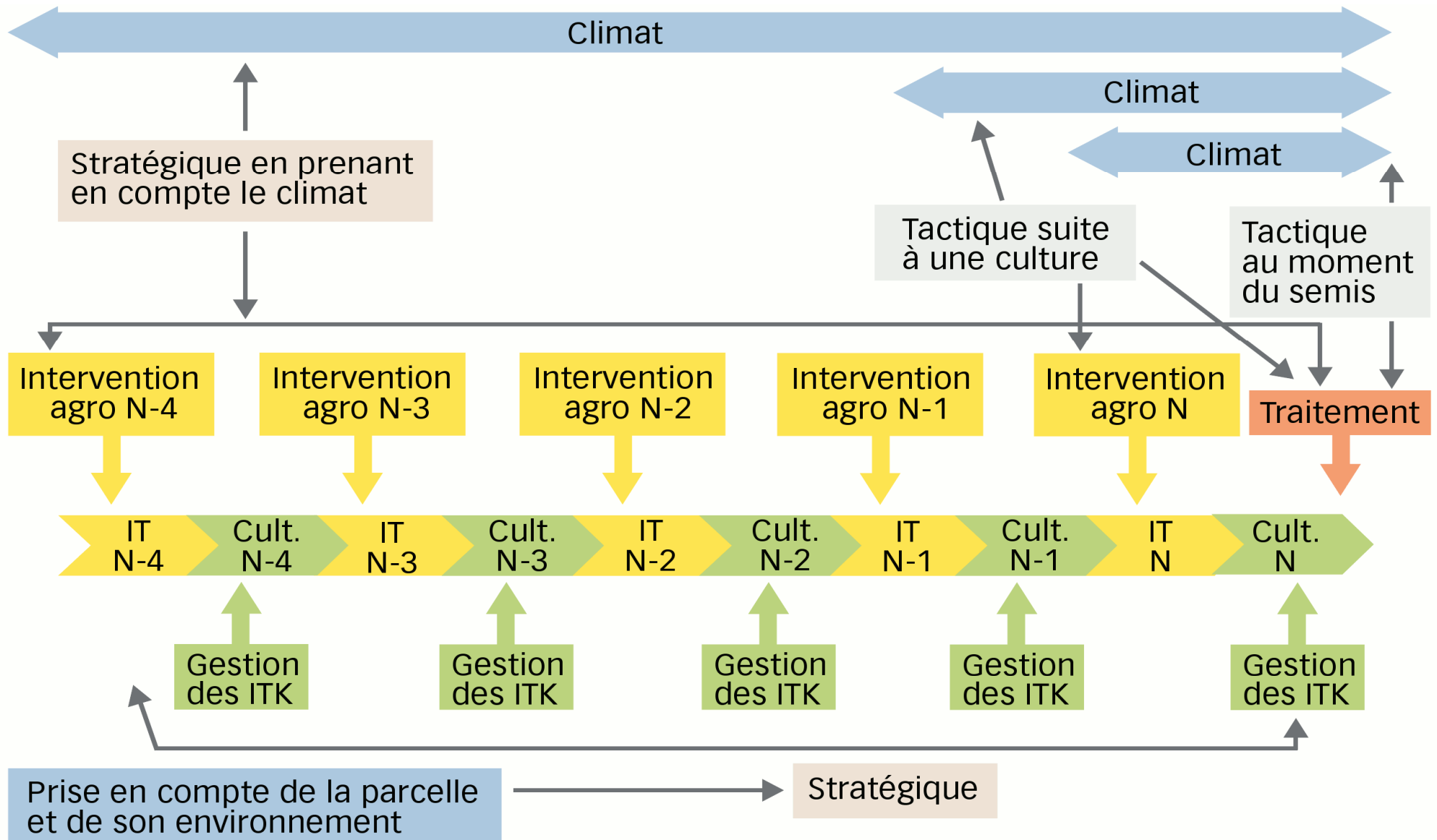
source de données	Territoire	années	Type de données et utilisation
RESOLIM - terrain	Quelques régions (91, 18, 69, 02, 59, 47)	2011-2014	Suivi piégeage. Effet météo et différents couverts et pratiques.
RESOLIM - labo (conditions contrôlées) (Mottin et al., 2014)	Quelques régions (91, 18, 69, 02, 59, 47)	2011-2014	Ecophysiologie des limaces. Améliorer les formalismes des modèles. Conditions météo sur survie pendant les phases critiques (hiver et été)
Données projet limace	Quelques régions (Boigneville (91), Dijon (21), Lyon (69), Pau (64))	1995-1997	Suivi piégeage. Effet différents couverts.
Données CETIOM	Quelques régions	Années 1980	Suivi dynamique population. Information sur reproduction et durée d'éclosion au champ.
Littérature Royaume-Uni	2 sites expérimentaux	1985-1988 1992-1993	Suivi dynamique population, activité et piégeage. Comparer les modèles et les évaluer.
Réseaux épidémiosurveillance (Vigiculture®)	National (régions à risque)	2009-2014	Suivi piégeage à des périodes clefs. Variabilité interannuelle et spatiale.
Observatoire De sangosse	National (régions à risque)	2004-2014	Suivi piégeage à des périodes clefs. Variabilité interannuelle et spatiale.

Quelle combinaison des différentes sources d'information ?

- **Intégrer les données en cours de campagne pour corriger la prédiction**
 - Améliorer la qualité des prédictions en les corrigeant avec des données de piégeage à l'échelle de la parcelle ou au niveau régional.
 - <=> le projet "SYNOEM - Mieux profiter de la synergie entre réseaux d'observations, expertise et modélisation pour l'élaboration du bulletin de santé du végétal" (2013-2016, financement Pour et Sur le Plan Ecophyto).
- **Bulletin de Santé du Végétal : quelle signification d'un diagnostic à l'échelle régionale pour les limaces ?**

Vers un système d'aide à la décision intégré ?

pour répondre aux questions qui se posent à différents moments du cycle cultural



Conclusion

- outils potentiellement disponibles pour le raisonnement des moyens de lutte : modèles & réseaux d'observation.
=> Approches complémentaires à intégrer dans un système d'aide à la décision complet
- Développer ce système en vérifiant si les besoins ont bien été identifiés.
- Autres utilisations des modèles :
 - cartographie des risques limaces (climatiques) à l'échelle de la France, avec risque moyen et variabilité interannuelle
 - Effet des changements climatiques