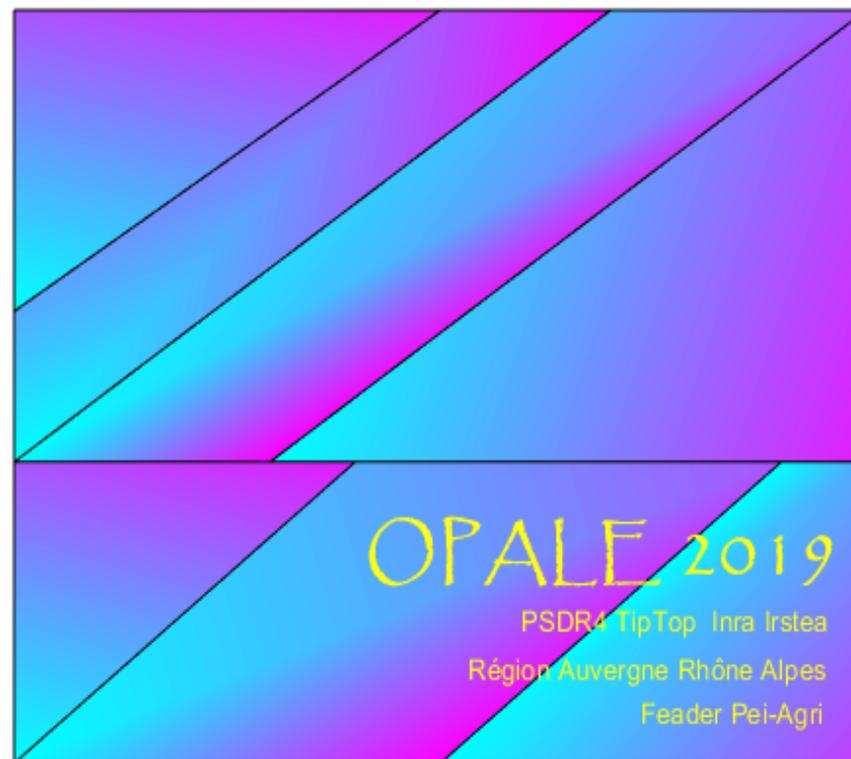


OPALE : Organisations Paysagères et quAlité de l'Eau



AUVERGNE – RhôneAlpes*



Contexte

- ***Gestion territoriale des fonctions agroécologiques du paysage*** : quelle organisation, quelle structure des paysages pour aider au maintien de la qualité des ressources en eau et en sol
- ***Prospective***: quelles conséquences potentielles des changements climatiques, des usages de l'espace, des changements portés sur le tissu agricole
- ***Animation territoriale***: outils interactifs pour tester des hypothèses et opérer des synthèses (indicateurs environnementaux sur le fonctionnement des agro-écosystèmes).

TIP TOP :

Transferts Diffus agricoles et Infrastructures Paysagères: Modélisation Participative et Optimisation Agroécologique

INRA-USMB UMR CARTEL

D.Trevisan, J.M. Dorioz, P. Quetin, P. Augrit, C. Le Priol, N. Ayari

ISARA AGRO-ECOLOGIE ENVIRONNEMENT

B. Sarrazin, M. Guerin

CNRS UMR IDEES

P. Taillandier

UNIV GRENOBLE ALPES UMR PACTE

C. Janin

CONSERVATOIRE ESPACES NATURELS RA

P. Faverot, D. Danancher

CC LAC AIGUEBELETTE

L. Ayot

CC MIRIBEL PLATEAU

C. Seynechal, G. Drogue

PARC NATUREL REGIONAL DU VERCORS

B. Joly, J.L. Langlois

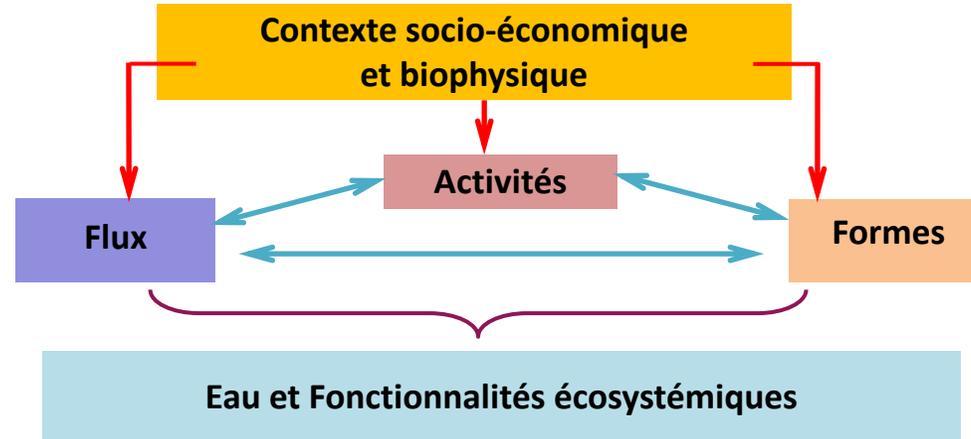
Paysage = mosaïque de parcelles, d'espaces interstitiels, de taille formes et arrangements variables dans l'espace et le temps, au rythme des successions culturelles et des activités humaines.

Comment interpréter les mosaïques paysagères en terme de services pour l'eau?

Comment évaluer les effets cumulés des haies, des bandes enherbées, des surfaces non cultivées sur les flux géochimiques, hydriques et la propagation des pathogènes

Comment partager à plusieurs des connaissances et des savoirs sur le paysage?

CADRES CONCEPTUELS



Ce qui implique :

- de rendre compte des effets du contexte socio-économique sur l'organisation et l'usage du paysage, agricole notamment
- d'associer dans l'analyse des savoirs scientifiques ou profanes (sur les objectifs de production, les décisions relatives à l'usage de l'espace)
- de lier usages, climat et géographie physique aux mouvements d'eau, des nutriments et contaminants.

Cadre Conceptuel 2

LIENS PAYSAGE EAU
(Stoten, 2019)



Ce qui implique:

- De définir des indicateurs de pression
- D'évaluer les situations et périodes de mobilisation (émergence de ruissellement, situations d'excès d'eau ...)
- D'évaluer les parcours de l'eau et de rendre compte des phénomènes puits-sources

Opale 2019.v1

TIP TOP Psdr4 - Inra - Irstea - Région Auvergne-Rhône Alpes - Feader - Pei-Agri

Exec Pause Continue Stop

Initialisation
Paramétrage manteau neigeux AU_SG.mat

Elevage / Polyculture-Elevale
Céréales / Maraîchage

Traitement topo oui non

Optimisation contextuelle

Imper. prof. [0.01 - 1] 0.7
 Délai Horton [0.01 - 3] 0.5
 Délai VSA [0.01 - 3] 0.01 t, (obs cal)
 Délai nappe [0.01 - 3] 0.5 obs, cal
 Perte nap [0.01 - 3] 0.5 t, (F2 F3)
 BV non topo (m²) 32574359
 Perte BV non topo [0.01 - 3] 0.5

Optimisation automatique

Imp. prof Del. Hor. Del. VSA J_1 10
 Del. Nap. Perte nap. PertHorsBV J_n 40

Systèmes agricoles => Paysage

Simulations

Systeme	Proportion (...)
Lait herbe enrubannage	69
Lait foin traditionnel	11
Lait cereales enrubannage	0
Lait cereales intensif	0

Scénario actuel sec généralisé
 Climatique printemps sec automne sec

Grandes cultures 100 % non labour
 100 % binage

Nouvelles Oui BE Feuillus
 Infrastructures Non Résineux

Paysage => Agro-Ressources

Transfert

N P Mic MS J_ex 0

```

    graph TD
      NP((Nouveau Projet)) -- 1 --> GI[Gama I]
      GI --> GW1[Gama Workspace]
      GI --> GF1[Gama F]
      GF1 --> GH((G => H))
      GH -- 2 --> HW1[Hydline Workspace]
      GF2[Gama F] --> HW1
      HW1 --> HT((H => G))
      HT -- 4 --> GW2[Gama Workspace]
      HT --> GT[Gama T]
      GT --> GF3[Gama F]
      HT -- 3 --> SIM[Simulation]
      SIM --> OPT[Optimisation]
      OPT --> HW2[Hydline Workspace]
      HW2 --> HT
  
```

OPALE.exe:

Nouv. Proj

+

Gama I

+

Gama F

+

Hydline(n)

+

Modules

G <=> H

+

Gama T

Nouveau Projet

- 1) Structure les flux de données Gama ↔ HYDLINE
- 2) Calcul de composantes Hydrologiques de base:

OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Hydline(n)

+

Modules

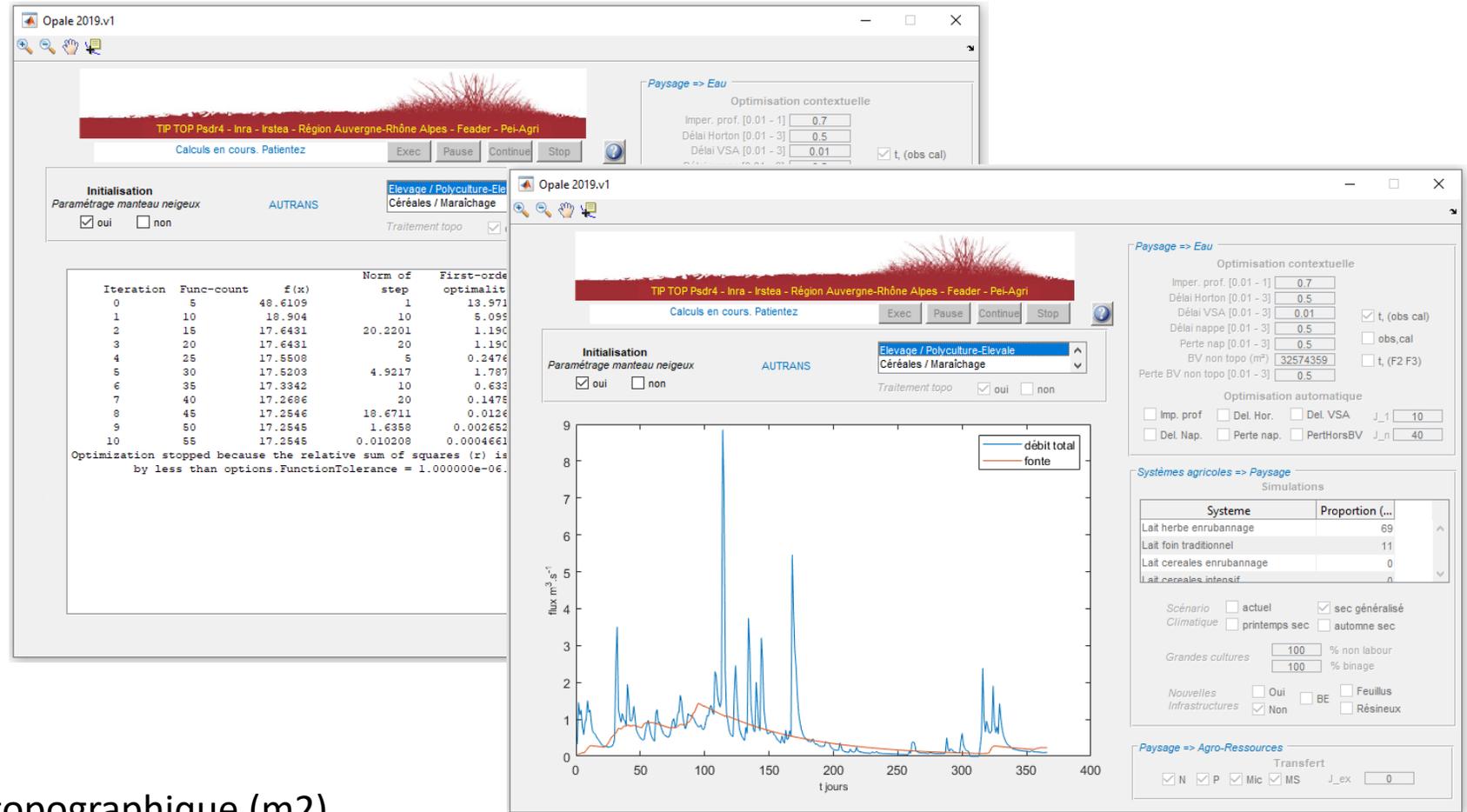
G ↔ H

+

Gama T

- Manteau neigeux

- Bassin Versant Non topographique (m2)



Gama I

Uniformisation-Agrégation des données géographiques

OPALE.exe:

```
C:\Users\admin\GAMA_1.8_Windows_with_JDK
```

```
C:\Users\admin\gama_workspace
```

Nouv. Projet

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\mnt
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\bois\FORMATION_VEGETALE.shp
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\rpg\Ilots_RPG_Vercors.shp
```

+

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\sieges\Sieges_Vercors.shp
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\routes\TRONCON_ROUTE.SHP"
```

Gama I

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\limite_bv\limite_bv2.shp
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\landuse\CLC12_D038_RGF.shp
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\riviere\rivieres.shp
```

+

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\sol\union_saga.shp
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\meteo_autrans_2016.txt
```

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\debit_meaudret_2016.txt
```

Gama F

```
C:\Users\admin\OPALE\GamaFiles\Vercors\carac_sols3.txt
```

```
AUTRANS
```

+

Hydline(n)

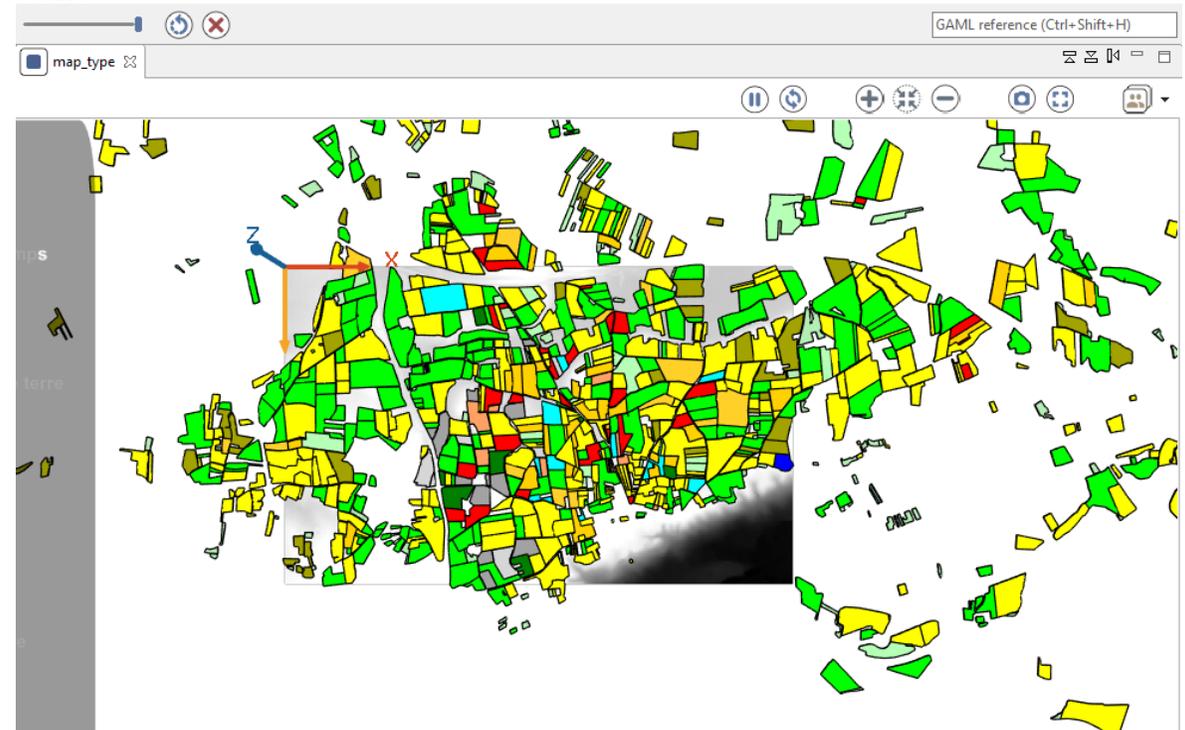
+

Modules

G <=> H

+

Gama T



OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Hydline(n)

+

Modules

G <=> H

+

Gama T

Gama F: Fabrique du Paysage

Règles de décision :

- Fonctionnement d'exploitation et objectifs d'assolement
- Successions culturales autorisées
- Transformation des productions

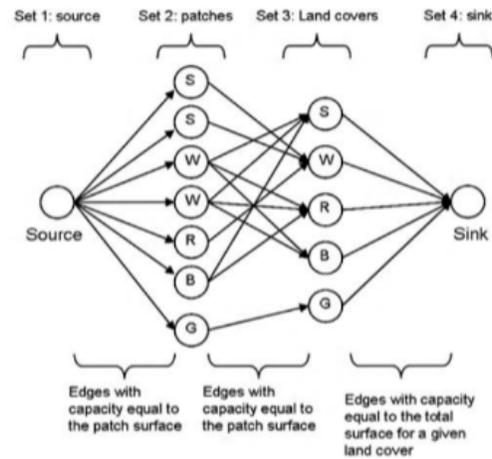
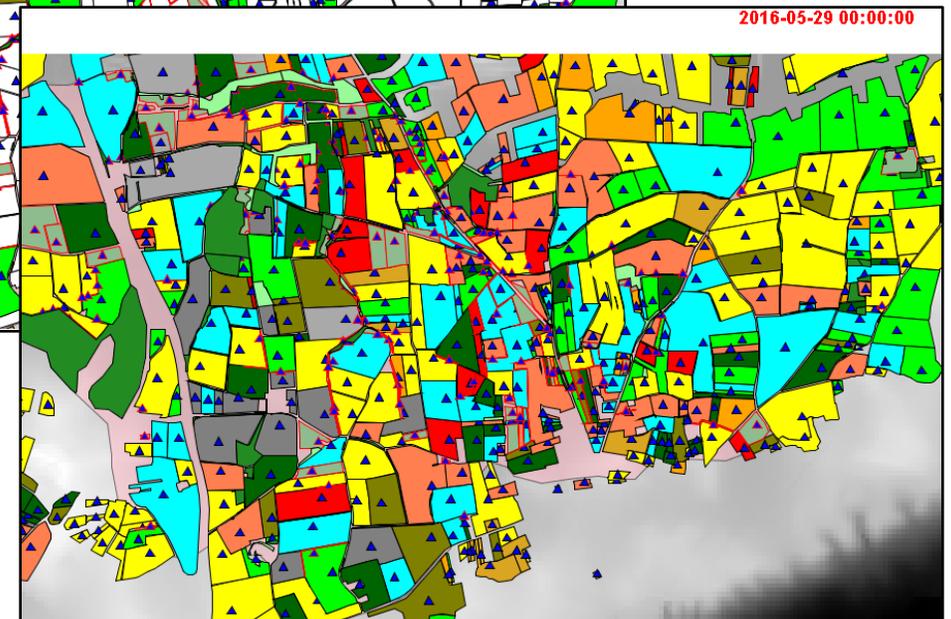
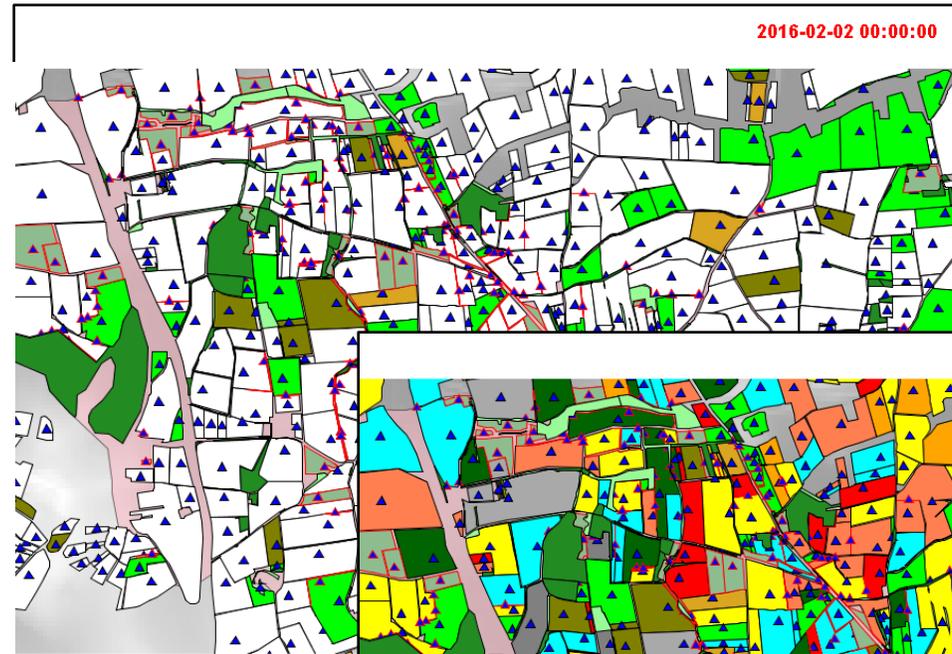


Figure 2: Flow graph structure (W Wheat; B Barley; R Rapeseed; S Sunflower; G Grasslands). Patches refer to plots. Extracted from [17]



Taillandier et al, Agricultural systems 2019

OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules

G<=>H

+

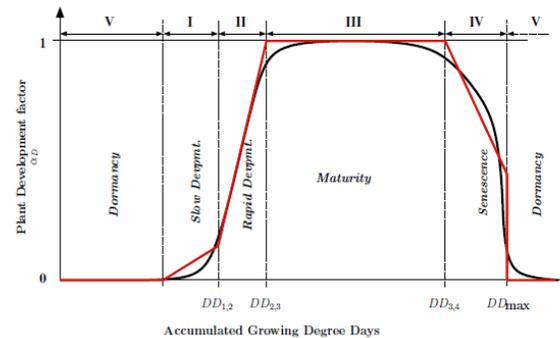
Hydline(n)

+

Gama T

G=>H: Flux de données et Préparation des modules bioclimatiques et hydrologiques

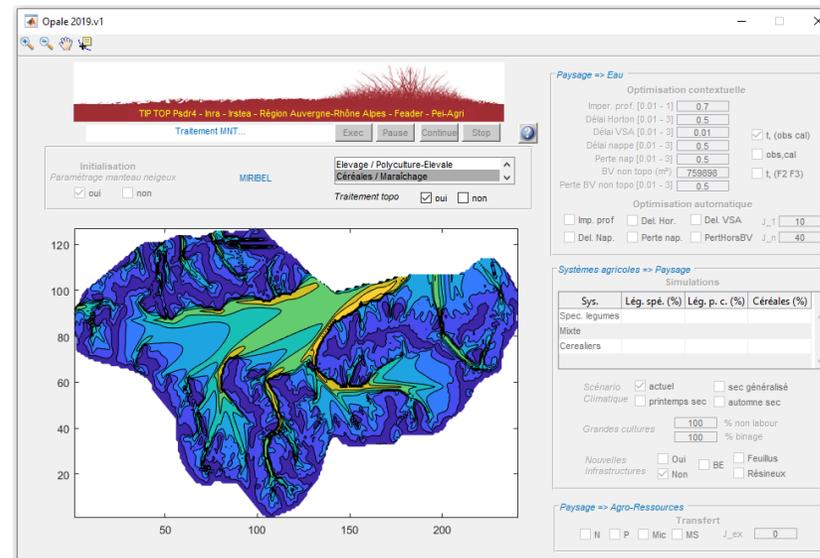
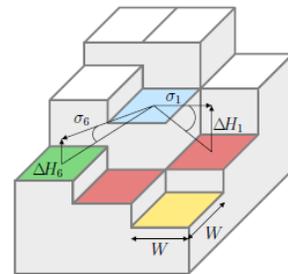
- Modèle végétal



Constitution d'une base de données définissant à chaque pas de temps:

- La nature des situations culturales
- Les opérations culturales
- Le degré de couverture végétale
- La profondeur d'enracinement
- La fonction de passage ETP/ETR

- Modèle topographique



Constitution d'une base de données
Définissant pour chaque Cellule de l'espace de calcul
La direction et l'intensité des flux topo

OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules

G<=>H

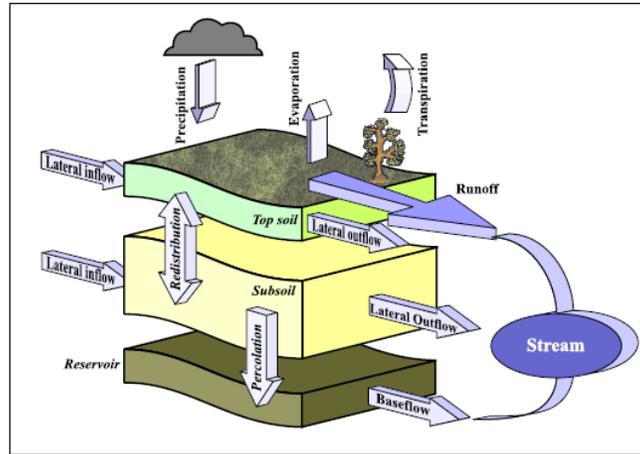
+

Hydline(n)

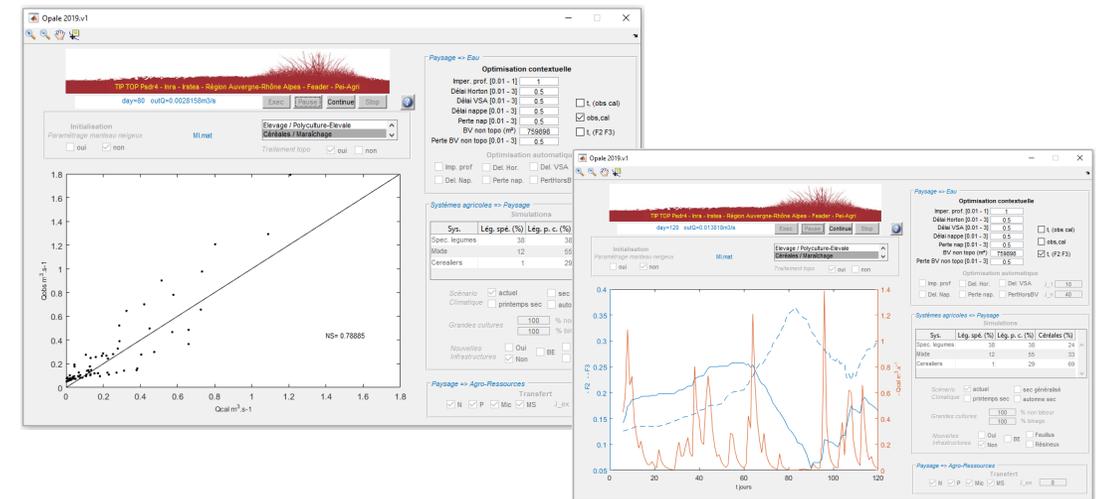
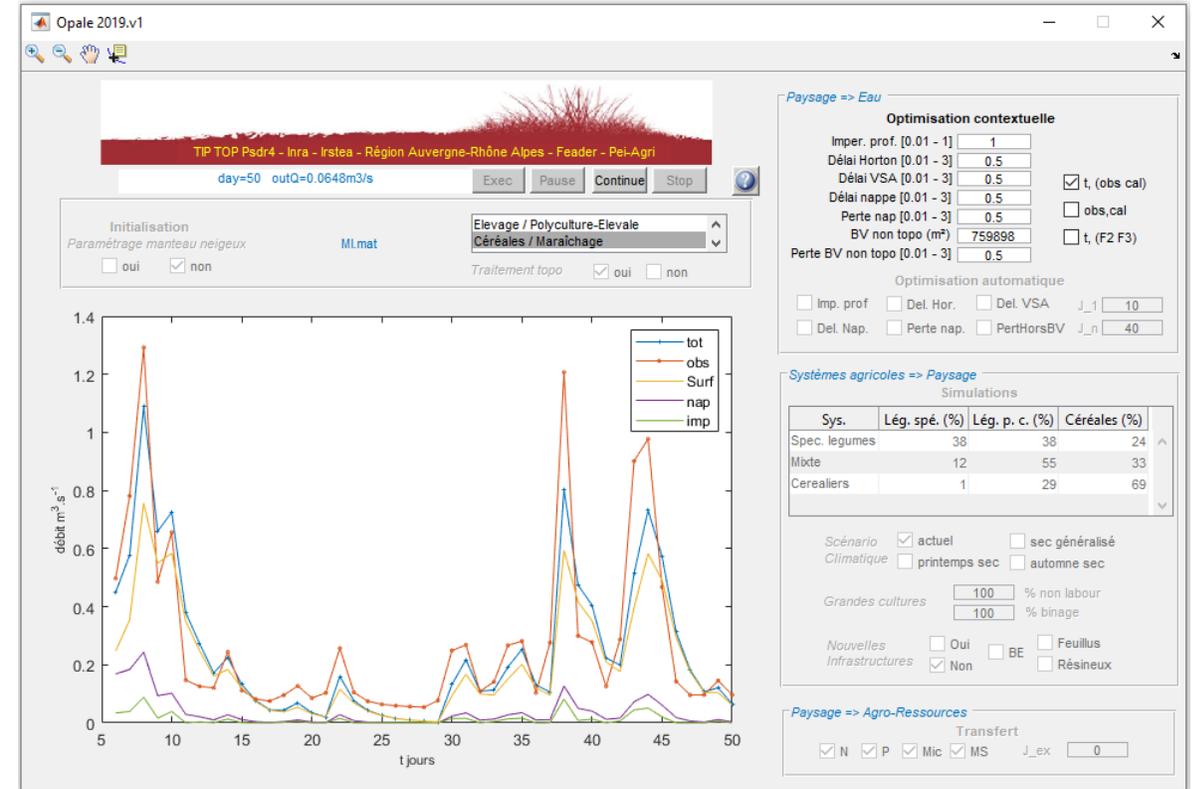
+

Gama T

Hydline (optimisation conceptuelle)



- Ruissellement de surface Hortonien (imperméabilisation de la surface des sols, STREAM Cerdan et al, 2002)
- Ruissellement source variable (Gerard Marchant, 2006)
- Réservoir nappe (Arnold et al, 2005)
- Extension du réseau hydrographique (échange nappe-rivière)



OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules

G<=>H

+

Hydline(n)

+

Gama T

Hydline (optimisation automatique)

Module régression non linéaire

- Paramétrage borné
- Choix des périodes d'optimisation
- Choix des paramètres à optimiser

The screenshot displays the Opale 2019.v1 software interface. At the top, it shows the project name: "TIP TOP Psdr4 - Inra - Irtsea - Région Auvergne-Rhône Alpes - Feader - Pei-Agri". The status bar indicates "Calculs en cours. Patientez." with buttons for "Exec", "Pause", "Continue", and "Stop".

The "Initialisation" section includes a dropdown menu for "Elevage / Polyculture-Elevale" and "Céréales / Maraichage", and checkboxes for "oui" and "non" under "Paramétrage manteau neigeux".

The main area contains a table with the following data:

Iteration	Func-count	f(x)	Norm of step	First-order optimality
0	5	59.312	1	17.8776
1	10	59.312	1.4572	17.8776
2	15	30.5922	0.36431	58.0202
3	20	19.8539	0.69481	6.099
4	25	18.8157	0.20045	4.5839
5	30	18.7818	0.15094	0.98429
6	35	18.7818	0.52573	0.98429
7	40	18.7786	0.13143	1.2992
8	45	18.7714	0.13143	0.47287
9	50	18.7635	0.26286	1.4924
10	55	18.7626	0.52573	2.3915
11	60	18.7568	0.13143	0.42055
12	65	18.7504	0.26286	0.8997
13	70	18.7466	0.26286	0.76645
14	75	18.7458	0.26286	1.0787
15	80	18.7458	0.065716	1.0787
16	85	18.7455	0.016429	0.1578
17	90	18.7448	0.016429	0.15694
18	95	18.7443	0.016429	0.1334
19	100	18.7432	0.032858	0.11752
20	105	18.7418	0.032858	0.14805
21	110	18.7378	0.065716	1.036
22	115	18.7364	0.13143	0.30407

The right side of the interface shows various optimization parameters and options, including "Optimisation contextuelle" and "Optimisation automatique".

OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules

G<=>H

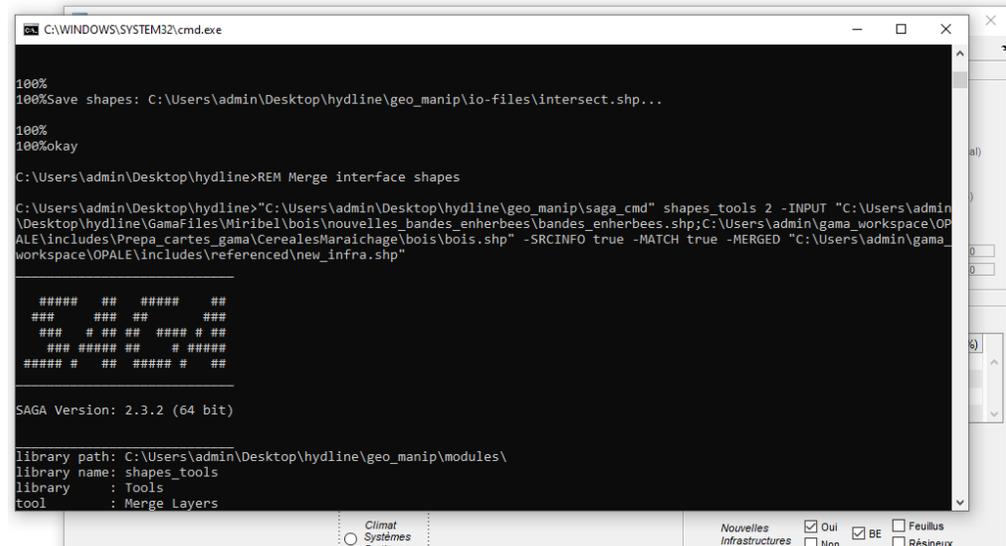
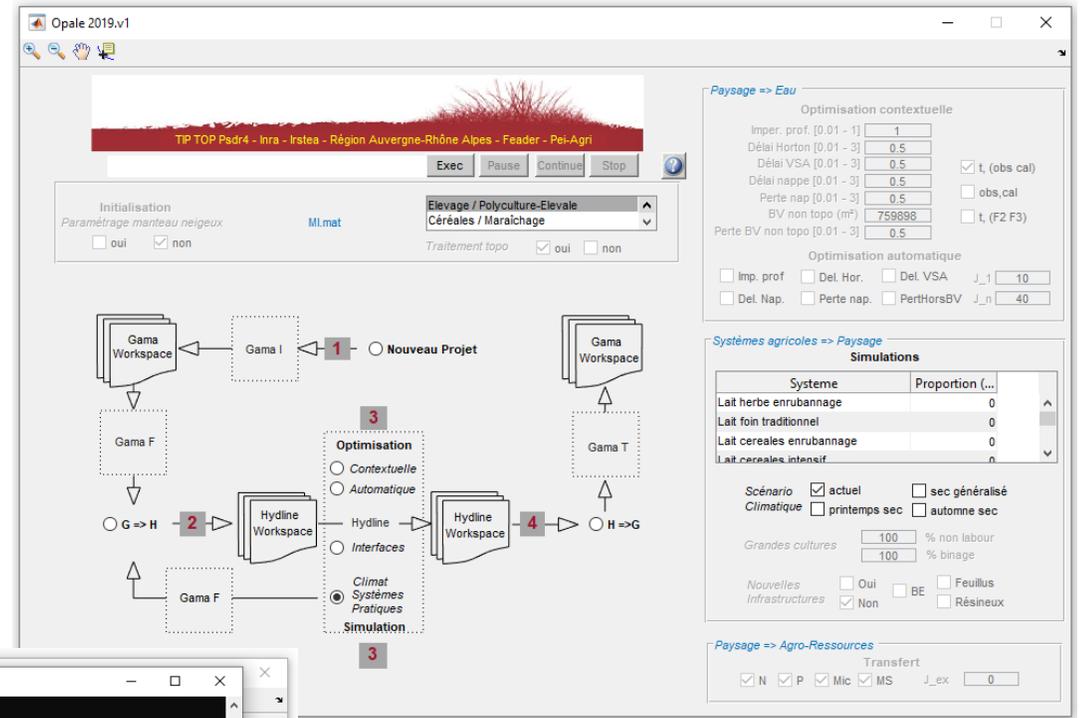
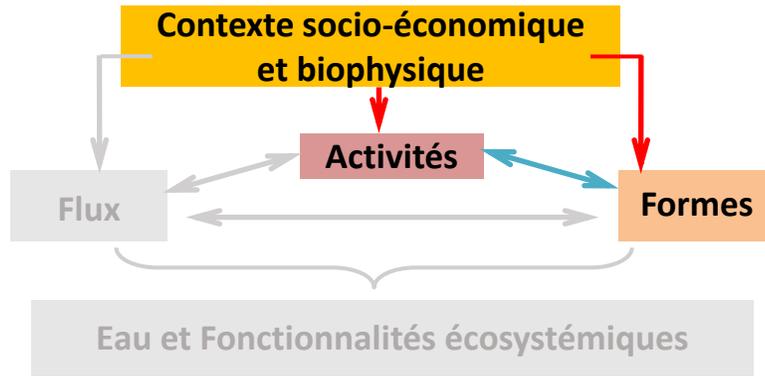
+

Hydline(n)

+

Gama T

Hydline (Simulations)



OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules
G<=>H

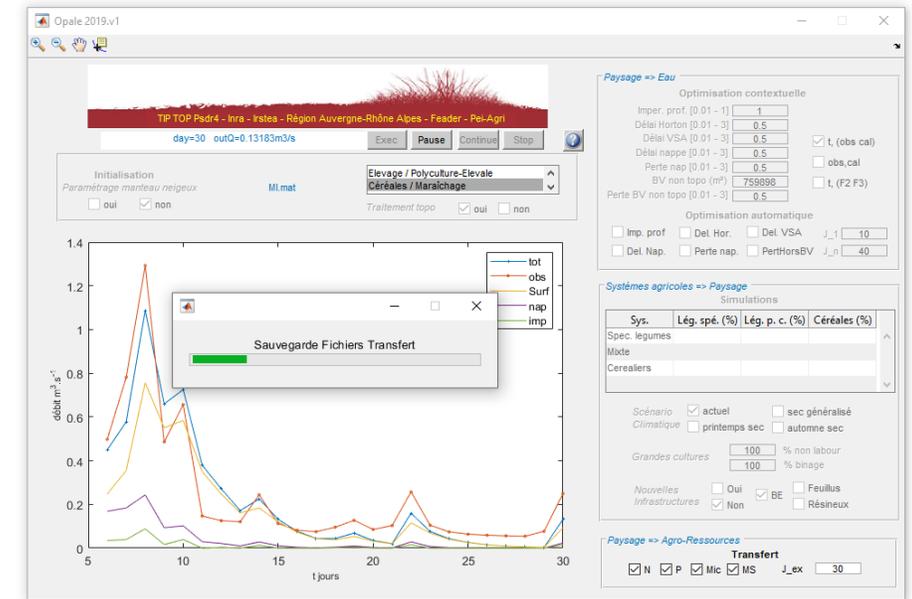
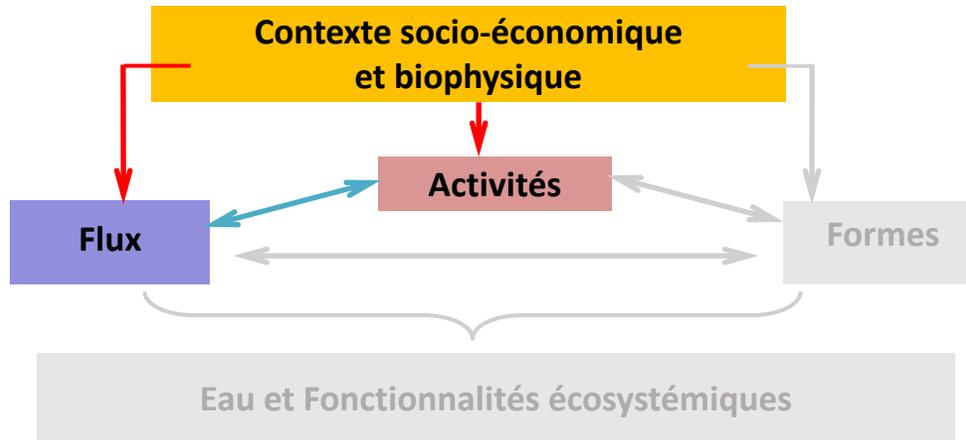
+

Hydline(n)

+

Gama T

H=>G: Pressions et Mobilisations



Élément	Pression	Mobilisation
Bactéries fécales	Semis de bouse (Trevisan et al, 2010) Fertilisations organiques (GIS AdN, 1987)	Ruissellement sources variable
N	Besoin azoté des plantes (Comifer)	Circulations latérales Percolation
P sol	Besoin P des plantes (Comifer)	Circulations latérales
P particulaire	Besoin P des plantes (Comifer)	Ruissellement hortonien
MES	Recouvrement F2 (STREAM, 2002)	Ruissellement hortonien

OPALE.exe:

Nouv. Projet

+

Gama I

+

Gama F

+

Modules

G<=>H

+

Hydline(n)

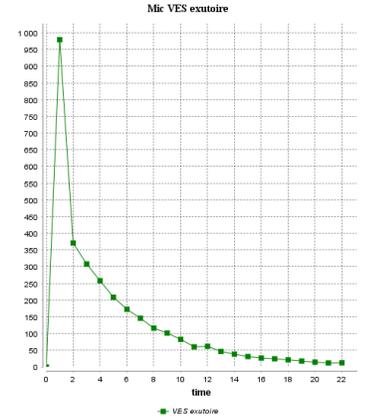
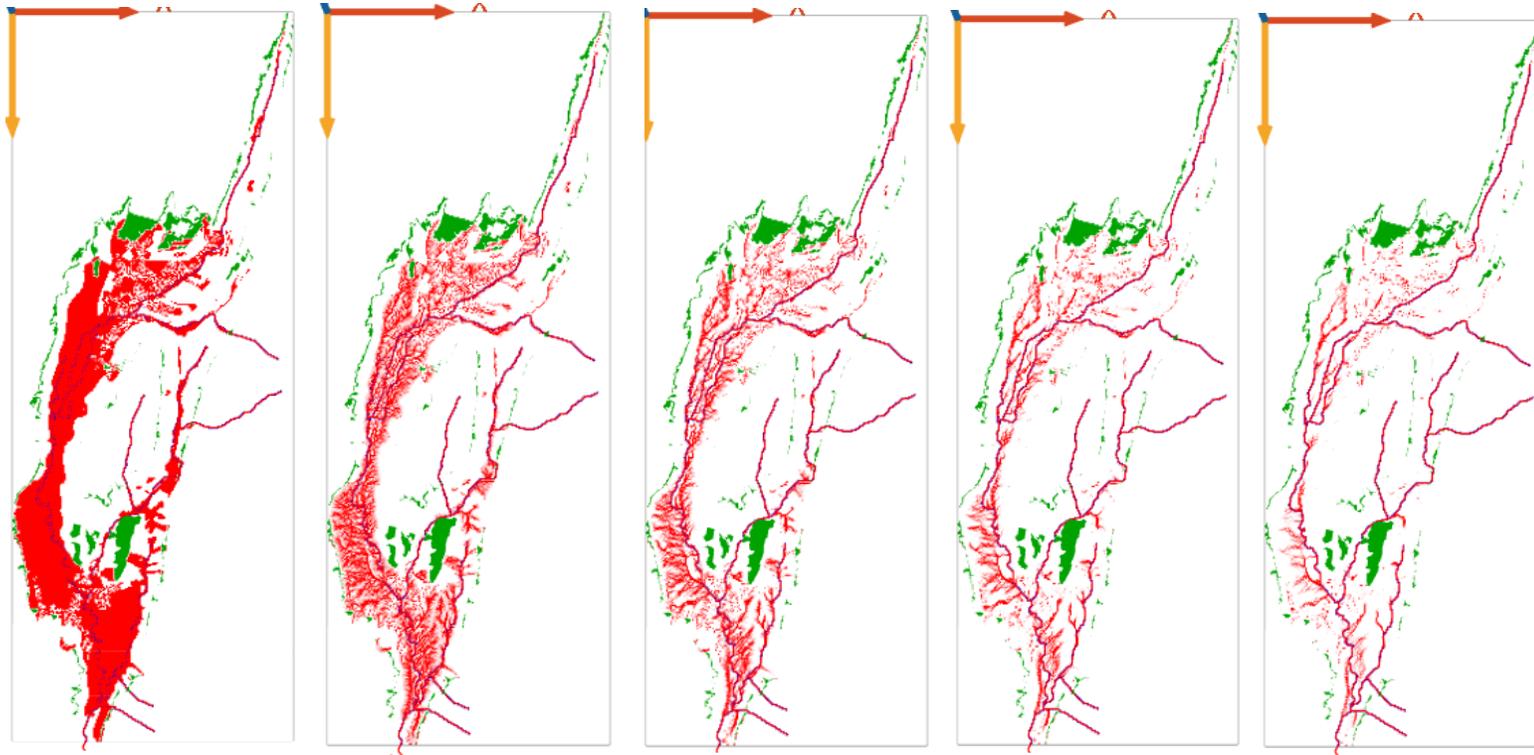
+

Gama T

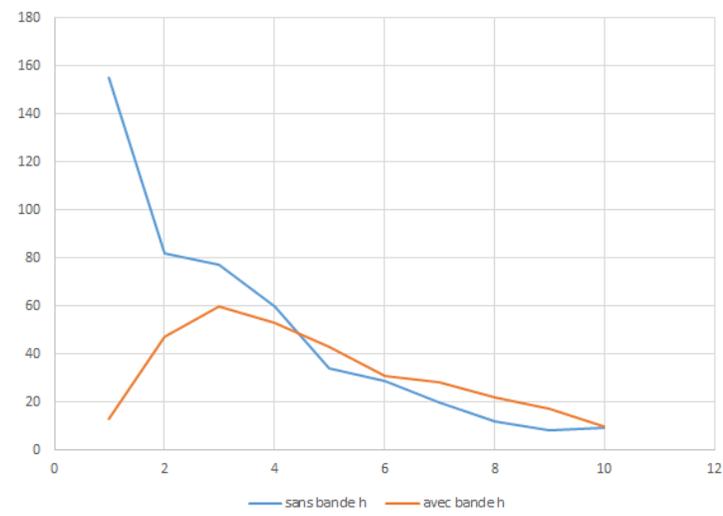
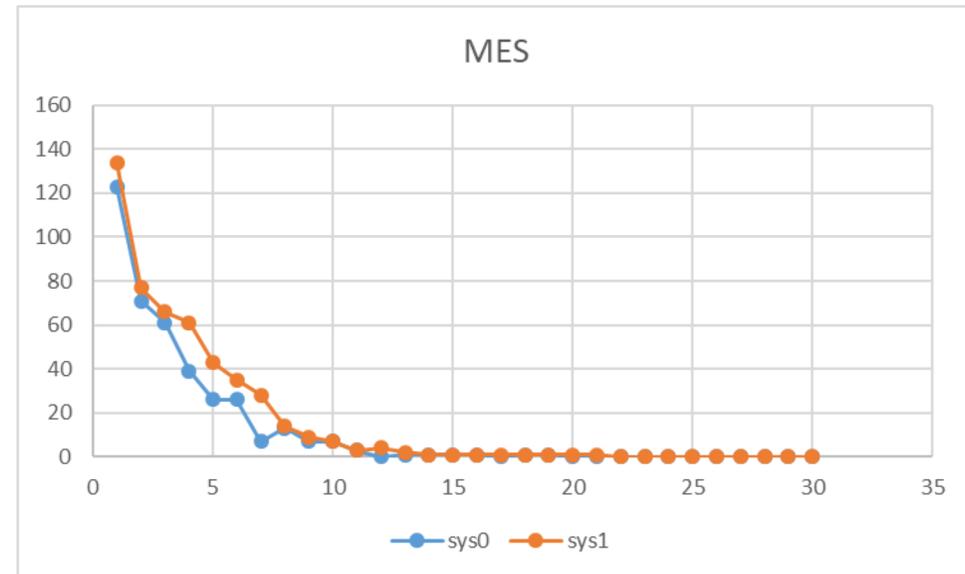
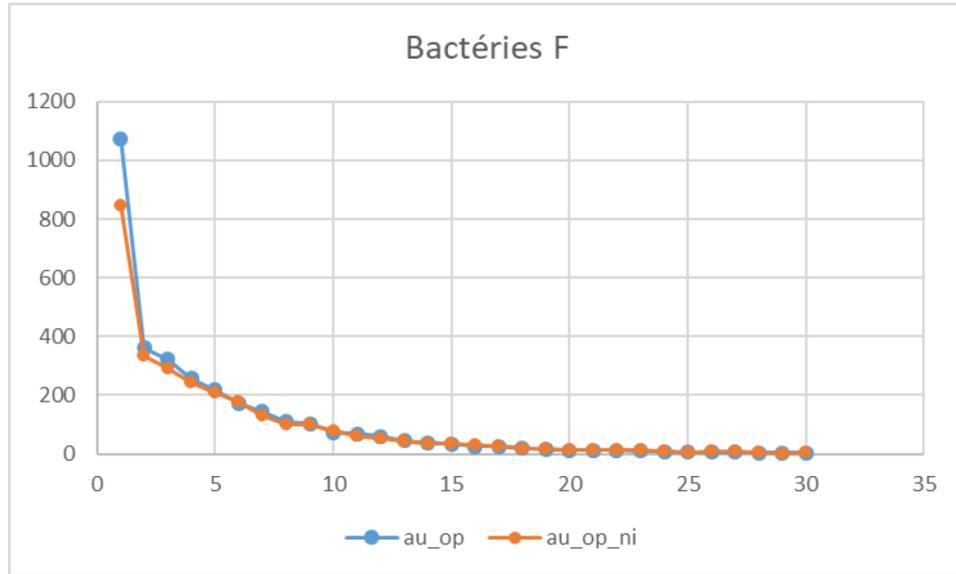
Gama T: dynamiques de transfert

Fonctions puit:

- assimilation végétale (N, P_{sol} ↔ développement végétal)
- dénitrification (N ↔ humidité du sol)
- rétention (P part, MES ↔ longueur des trajectoires d'écoulement)
- Mortalité (Mic ↔ temps)



Quelques Résultats



Conclusion

- Modèle Activités paysage: règles de décision paramétrables (successions autorisées, assolements et objectifs rattachés au système fourrager des exploitations)
- Hydrologie: générique (diversité des modes d'écoulement)
- Modèles rapides (1 heure pour lien activité- transfert)
- Transferts: répondent à des lois log-normales (2 paramètres pour les caractériser et synthétiser les diagnostics)
- Maintenance assurée par ISARA
- Dispositif de formation et d'aide à l'utilisation (ISARA)