



Institut français de recherche scientifique
pour le développement en coopération



PUMANI
UN MODÈLE
DE REPRÉSENTATION
DE L'ACTIVITÉ AGROPASTORALE
DANS LES ANDES

Jorge MIGUEIS
Dominique HERVÉ
Didier GENIN
Gilles RIVIÈRE

Fonds Documentaire ORSTOM



010015198

Laboratoire d'études rurales (LER)

A*15197ex2

Jorge MIGUEIS, Dominique HERVÉ, Didier GENIN, Gilles RIVIÈRE

PUMANI
UN MODÈLE DE REPRÉSENTATION
DE L'ACTIVITÉ AGROPASTORALE
DANS LES ANDES

Montpellier
1998

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: A*15197 Ex: 2

Introduction **1-4**

Conventions de la documentation	1
Typographie	1
Notes	1
Comment débiter ?	1
A lire avant toute chose	1
Installation du logiciel	2
Avertissements	3
Modèle qualitatif	3
Droits d'auteurs	3

Le Modèle **5-15**

Une Communauté	5
La gestion des terres	6
La vie sociale	6
Une Exploitation	7
Une famille	7
Des animaux	7
Du matériel	7
Des travaux agricoles	8
Sur les cultures	8
Les animaux	11
Un climat	13
Les risques de gel	13
Le climat et les rendements	14
Les précipitations et les travaux agricoles	15

Présentation rapide du logiciel

16-24

Une application MDI	16
Qu'est-ce ?	16
Conséquences sur Pumani	16
Principe d'utilisation	18
Création de fichiers de données	18
Lancement d'une simulation	20
Les résultats	22
Configuration	23
Le répertoire de travail	23
Le tableur	23
Le répertoire d'installation	24

Création et modification de fichiers de données

25-43

Des fichiers modèles	25
Qu'est-ce ?	25
Leur création	25
Sauvegarde du nouveau fichier de données	26
Fichier principal	26
Section : Fichiers	26
Section: Jours	27
Section: Périodes	27
Section: Fêtes	28
Section: Résultats	28
Fichier: Exploitation	29
Section: Exploitation	30
Section: Personnes	30
Section: Animaux	30
Section: Sexes des bovins	31
Section: Ages des bovins	31
Section: Matériel	31
Section: Charge sociale	31
Section: Calendrier	32
Section: Distances	32
Sections: Superficies	33
Section: Stocks	37

Section: Stocks	37
Fichier calendrier	38
Section: Par défaut	38
Section: Jours de la semaine	38
Section: Périodes	38
Section: Jours particuliers	39
Fichier climat	40
Sa structure	40
Comment le créer ?	40
Lecture / Modification d'un fichier	41
Méthode	41
Editeur de texte interne	42

Lancement d'une simulation **44-54**

Lecture des données	44
Modification des paramètres	46
Vitesses	47
Temps	48
<i>Aynuga / Sayaña</i>	49
Topographie	50
Animaux	51
Autres	52
Lancement et arrêt d'une simulation	52

Les résultats **55-64**

Résultats sous forme de textes	55
Journal	56
Elevage	57
Cultures	58
Activités des personnes	59
Fenêtre résultats textes	
Résultats graphiques	61
Les animaux	61
Les cultures	61
Les personnes	61
Fenêtre des graphiques	62

Utilisation de l'aide		65-69
Comment faire appel à l'aide?		65
A partir d'une fenêtre de l'application		65
A partir d'une boîte de dialogue		67
La Gestion dynamique de l'aide		67
Annexes		A.1 - A.8
La boucle principale	Annexe 1	A.1
Charges et fêtes	Annexe 2	A.2
Les messages	Annexe 3	A.4
Bibliographie	Annexe 4	A.6
Index		I.1 - I.5

Introduction

Ce manuel décrit d'une manière détaillée l'ensemble des possibilités du logiciel Pumani réalisé dans le cadre de la convention IBTA-ORSTOM. Une première partie vous permettra de connaître les concepts du modèle, une seconde de vous familiariser avec les commandes du logiciel.

Conventions de la documentation

Typographie

Style	Sens
<i>Italique</i>	mot de langue étrangère ou concept important du modèle
Century gothic	options du menu du logiciel
PETITE CAPITALE	sections des fichiers de données
Courrier	exemple

Notes

Si le texte commence par	Il fournit
Note	des informations complémentaires sur le sujet courant
Important	des mises en garde : destruction de données...

Comment débiter?

A lire avant toute chose

Il vous faut tout d'abord lire le deuxième chapitre « Le Modèle » de ce manuel afin de bien comprendre les concepts du modèle sur le fonctionnement d'une exploitation agricole d'une communauté de l'Altiplano bolivien. Par la suite vous pouvez lire le chapitre présentant rapidement le logiciel Pumani « Présentation rapide du logiciel ».

Installation du logiciel

L'installation du logiciel s'effectue sous Windows. Vous devez disposer d'un ordinateur ayant les caractéristiques minimales suivantes :

- ordinateur compatible P.C. 486 SX
- 4 Mo de mémoire vive
- 4 Mo d'espace libre sur le disque dur

Insérez la disquette d'installation dans une unité, et à partir de l'option Exécuter du menu Fichier du gestionnaire de programme de Windows, exécutez la commande n:\Install (n : nom de l'unité). Il suffit alors de suivre les instructions (cf. Figure 1.1).

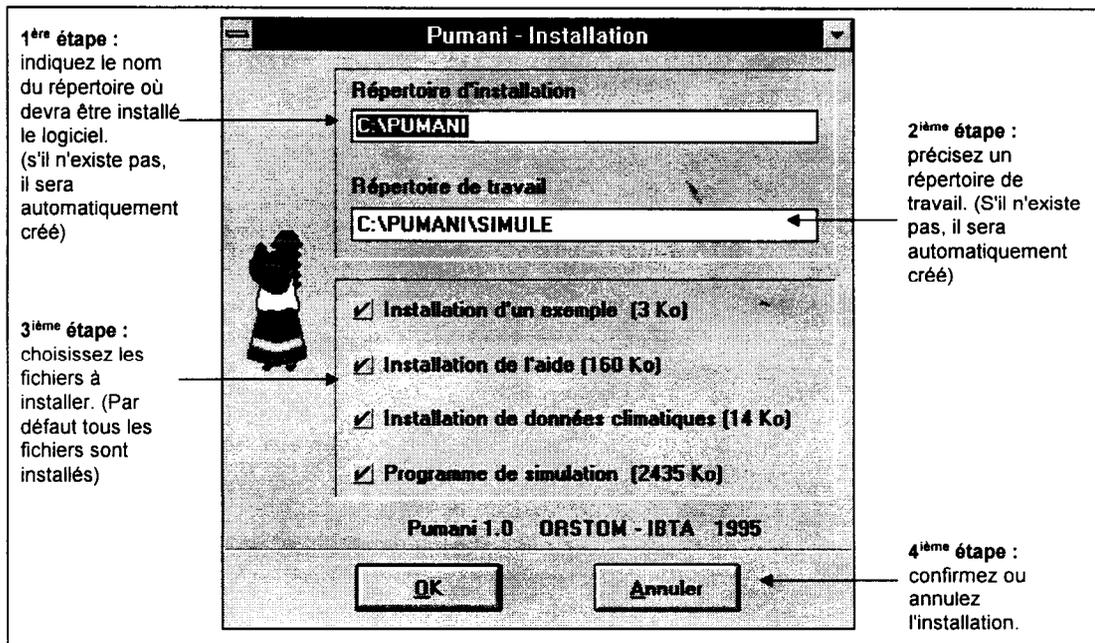


Figure 1.1 - Installation de Pumani -

Avertissements

Modèle qualitatif

Plusieurs critères peuvent être utilisés afin de réaliser une classification des modèles. L'un d'eux correspond à la notion de modèle quantitatif et de modèle qualitatif :

- ✓ un modèle quantitatif utilise des représentations mathématiques de la réalité ;
- ✓ un modèle qualitatif utilise essentiellement des règles qualitatives pour représenter une fraction de la réalité. Grossièrement, nous pouvons dire qu'un modèle qualitatif se rapproche plus d'un système expert.

Du fait de ces différences, il faut bien comprendre que ces deux types de modèle n'ont pas exactement la même utilité. Un modèle qualitatif, le plus souvent, ne permet pas d'avoir des résultats numériques exacts. Il permet de comprendre un fonctionnement, de déterminer des tendances possibles.

Copyright

Nous présentons ici la version 1.5 du modèle PUMANI, réalisée en 1994-96 dans le cadre de la convention IBTA-ORSTOM par : Jorge MIGUEIS, Dominique HERVE, Didier GENIN et Gilles RIVIERE. Ce modèle est propriété de l'ORSTOM ; il ne doit pas être diffusé, copié ou modifié sans son autorisation préalable. La référence exacte du manuel en français est la suivante :

Migueis (J.), Hervé (D.), Genin (D.), Rivière (G.), 1998 - *PUMANI, un modèle de représentation de l'activité agropastorale dans les Andes*. Laboratoire d'études rurales, Document Orstom Montpellier n° 9, 89 p.

Le logiciel et les conditions d'accès se trouvent sur le serveur Orstom <http://www.mpl.orstom.fr/LEA/french/niveau2/prog4a.html>

Si vous désirez obtenir des informations complémentaires sur la structure du modèle et sa réalisation, vous pouvez contacter l'un des auteurs :

- | | | |
|---------------------|---------------------|---|
| ✉ M.Jorge MIGUEIS | IMA
Informatique | Ref. perso. 12 rue Montera, 75012 Paris
E-mail: orny@club-internet.fr |
| ✉ M.Dominique HERVE | ORSTOM-
LER | BP 5045, 34032 Montpellier, Cedex 1,
Fax: 0467638778,
E-mail: Dominique.Herve@mpl.orstom.fr |
| ✉ M.Didier GENIN | ORSTOM-
LER | BP 5045, 34032 Montpellier, Cedex 1,
Fax: 0467638778,
E-mail: dgenin@francemultimedia.fr |
| ✉ M.Gilles RIVIERE | CERMA-
EHESS | 54 bd. Raspail, 75006 Paris,
Fax: 0149542506,
E-mail: gilles@dynamo.com.ar |

Le Modèle

Ce modèle se base sur les recherches menées par l'ORSTOM¹ sur la gestion des jachères dans une communauté de l'Altiplano central bolivien, la communauté de Pumani. Il se veut une représentation très simplifiée du mode de fonctionnement d'une exploitation agricole dans une communauté. Le modèle a été initialement construit pour envisager les conséquences, sur les exploitations, d'une réduction de la durée de la jachère décidée collectivement. Le logiciel Pumani résulte de l'effort d'intégration et de synthèse de chercheurs de différentes disciplines (sciences agronomiques et sciences sociales) qui ont travaillé à Pumani entre 1990 et 1995. Des suivis annuels d'activité de tous les membres de plusieurs familles ont permis de calibrer le modèle.

Le système de gestion en partie collective des jachères longues pâturées, rencontré à Pumani, n'est pas spécifique des Andes. La situation dans laquelle l'après-récolte est ouvert à tous les troupeaux villageois se retrouve dans nombre de sociétés paysannes. Le modèle, justement centré sur les interactions entre activité agricole et élevage, garde une construction simple et générique. Il peut intéresser des équipes de chercheurs qui travaillent dans le domaine des systèmes de production ou des chercheurs isolés, afin qu'ils appréhendent les connaissances, complémentaires aux leurs, nécessaires à une compréhension plus globale du fonctionnement de l'exploitation.

La flexibilité du modèle (sélection des périodes par exemple) et les possibilités de simulation offertes (climat, nombreux paramètres introduits) devraient faciliter son usage aux intervenants du développement rural, formateurs, vulgarisateurs et agents de développement, dans les Andes et, au delà, à tous ceux qui s'intéressent à l'économie paysanne. Ce manuel ne présente brièvement que les caractéristiques principales des objets, nécessaires à leur formalisation informatique. Pour des informations plus détaillées sur la communauté étudiée, on se reportera à la bibliographie en annexe 4.

Une Communauté

La communauté est à la fois un territoire délimité, un ensemble de familles et une institution, l'assemblée communale convoquée par des autorités qui

¹ Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération.

constituent le "syndicat agraire". Ainsi on dénombre environ 200 familles résidant à Pumani, réparties dans cinq hameaux. Les terrains, destinés essentiellement aux cultures et à l'élevage, peuvent être situés sur des hauts de versant (*cumbre*), des versants (*ladera*) ou des plaines (*pampa*).

La gestion des terres

L'administration des terres est particulière. En effet, elle pourrait être qualifiée de "collective" pour la majorité des terres et "privée" pour les autres.

Les terres en gestion collective ou *aynuqa* sont groupées en treize secteurs. Une année donnée, seuls trois secteurs sont cultivés, les dix autres étant laissés en jachère. L'année suivante, le secteur cultivé depuis trois ans rentre en jachère et un nouveau secteur qui était en repos est mis en culture. Ainsi, les paysans cultivent un secteur trois années de suite puis le laissent se reposer pendant dix ans. C'est la communauté qui détermine le secteur à labourer, chaque année, lors d'une assemblée plénière le mercredi des cendres, ainsi que les dates d'entrée des animaux dans les secteurs d'*aynuqa* récoltés. Nous avons appelé "jour de chaumes hauts" le jour à partir duquel les bovins et équins sont autorisés à entrer dans le troisième secteur d'*aynuqa*, celui qui sera laissé en jachère 10 ans, pour y pâturer librement les chaumes hauts (adventices et base des tiges d'orge). Lorsque, quatre jours plus tard, les ovins prendront la suite des bovins, il ne restera plus que des chaumes bas.

Les terres « privées » ou *sayaña* sont le plus souvent situées à proximité des maisons. Chaque famille y cultive ce qui lui plaît sans devoir obéir à des directives de la communauté et gère ses intercultures comme elle l'entend.

La vie sociale

Chaque paysan, membre de la communauté, doit au cours de sa vie assumer des charges sociales ou religieuses. Assumer une charge sociale consiste à payer les dépenses correspondant à une fête ou assister aux réunions en qualité d'autorité du syndicat agraire ou d'autorité politique locale. Il existe de nombreuses charges. Dans ce modèle nous avons tenu compte de certaines de ces fonctions sociales ou religieuses qui influent plus directement sur le fonctionnement des exploitations. Vous en trouverez la liste dans l'annexe 2.

Une Exploitation

Ce modèle simule le fonctionnement d'une seule exploitation agricole. Un autre modèle en cours de réalisation permettra de représenter les interactions entre plusieurs exploitations.

Une famille

Sur chaque exploitation vit une famille. Nous avons distingué cinq types de personne :

- ✓ les hommes entre 18 et 65 ans ;
- ✓ les femmes entre 18 et 65 ans ;
- ✓ les adolescents entre 14 et 17 ans ;
- ✓ les enfants entre 6 et 13 ans ;
- ✓ les personnes âgées (vieux) de plus de 65 ans.

Des animaux

Chaque famille possède des bovins, des ovins et des ânes. Elle utilise essentiellement les bovins comme animal de trait et les ânes comme bête de somme. L'alimentation des bovins varie au cours de l'année et selon leur activité. Ainsi, leur régime se compose principalement d'orge foin auquel de l'ichu, de la luzerne ou de l'orge verte peuvent être additionnés. Dans le modèle nous n'avons pas tenu compte de l'alimentation des ânes, ni de celle des ovins, constituée par le pâturage des jachères. Les animaux peuvent être vendus ou achetés au cours de foires; ils ne sont pas valorisés avec un prix dans cette version du modèle.

Du matériel

C'est essentiellement l'araire tiré par deux bovins qui est utilisé pour effectuer les labours, les semis et le buttage de la pomme de terre. Parfois, les familles louent un tracteur² afin de réaliser le labour³ lorsque leurs

² Les familles ne possèdent pas de tracteur. Seule une famille de la communauté étudiée et une coopérative ont pu se permettre un tel investissement.

moyens financiers le permettent. Les récoltes s'effectuent à la main. Les ânes sont utilisés pour le transport des fèces d'ovins, des produits récoltés et de l'orge destinée à nourrir les bovins.

Des travaux agricoles

Nous avons distingué plusieurs travaux agricoles. Certains peuvent se dérouler simultanément et être réalisés par la ou les même(s) personne(s).

Sur les cultures

Les labours

Les labours sont effectués avant le semis de la pomme de terre qui est la culture placée en tête de rotation. Il n'y a pas de labours avant le semis des autres cultures. Les parcelles subissent deux labours successifs et croisés au cours desquels le paysan arrache les arbustes présents sur la parcelle. Une deuxième personne peut aider dans cette tâche. Un âne permet de transporter les arbustes arrachés jusqu'à la maison.

Si un homme seul laboure des parcelles avec un araire, l'opération dure en moyenne huit jours par hectare. Si une personne aide, nous estimons que le temps nécessaire est deux fois moins important. Généralement, le paysan laboure d'abord les parcelles situées en *aynuqa* puis les parcelles en *sayaña*. De plus, il commence préférentiellement par les parcelles situées en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Semis de la pomme de terre

La plantation de pomme de terre ne peut être effectuée que sur les parcelles ayant subi deux labours croisés. De plus, du *guano* (fèces d'ovins, en poudre) a dû être amené préalablement sur la parcelle. Un homme dirige l'araire tandis qu'une femme ou un homme place la semence et verse le *guano* (1000 kg/ha). Une troisième personne (un adolescent ou une personne âgée) peut aider à verser le *guano*.

La vitesse moyenne de semis, pour une équipe de deux personnes, est d'environ six jours par hectare. Si une troisième personne aide, nous

³ Le tracteur, attelé à une charrue à disques, n'est utilisé que pour le labour.

estimons que le temps nécessaire est deux fois moins important. Généralement, le paysan sème d'abord les parcelles situées en *aynuqa* puis les parcelles en *sayaña*. De plus, il commence préférentiellement par les parcelles situées en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Buttage de la pomme de terre

Un homme effectue cette opération à l'aide d'un araire. Il faut environ deux jours pour butter un hectare de pomme de terre. Généralement, le paysan butte d'abord les parcelles situées en *aynuqa* puis les parcelles en *sayaña*. De plus, il commence préférentiellement par les parcelles placées en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Récolte de la pomme de terre

Une femme voire un homme ou un adolescent passe quinze jours par hectare pour récolter la pomme de terre. Les pommes de terre récoltées sont ensuite transportées sur un âne et à dos d'homme. Généralement, la paysanne récolte d'abord les parcelles situées en *aynuqa* puis les parcelles en *sayaña*. De plus, elle commence préférentiellement par les parcelles placées en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Semis de l'orge

L'orge apparaît en deuxième et troisième position dans la rotation des cultures. Un homme dirige l'araire tandis qu'une femme ou un adolescent réalise le semis. Généralement, le paysan sème d'abord les parcelles situées en *sayaña* puis les parcelles en *aynuqa*. De plus, il commence préférentiellement par les parcelles placées en *pampa* puis en *ladera* et enfin en *cumbre*. Il faut environ deux jours de travail pour semer un hectare.

Récolte de l'orge foin

Les familles de la communauté utilisent surtout l'orge foin comme fourrage. L'orge récoltée, lorsque elle est déjà sèche, peut être stockée en foin à côté de la maison. Un adulte coupe l'orge avec une faucille à la base de la tige, la laisse sécher en andain sur la parcelle, puis la charge sur un âne ou/et sur son dos. Douze jours sont en moyenne nécessaires pour récolter un hectare d'orge. Généralement, le paysan récolte d'abord les parcelles situées en *aynuqa* puis les parcelles en *sayaña*. De plus, il commence

préférentiellement par les parcelles placées en *pampa* puis en *ladera* et enfin en *cumbre*. En effet, dans ces deux dernières localisations, on a quelque chance d'obtenir du grain.

Récolte de l'orge verte

L'orge verte est coupée aux stades montaison-grain laiteux et distribuée quotidiennement aux bovins. Un homme voire une femme ou un adolescent peut effectuer cette opération. L'orge récoltée est transportée par la personne qui a réalisé la coupe. Il faut en moyenne six jours pour récolter un hectare d'orge verte. Cette récolte ne se fait que sur les parcelles en *sayaña*. La personne récoltant commence préférentiellement par les parcelles placées en *cumbre* puis en *ladera* et enfin en *pampa*.

Semis de quinoa

Le quinoa, comme l'orge, vient en deuxième ou/et troisième position dans la rotation des cultures. Contrairement à la pomme de terre ou à l'orge, il n'est cultivé qu'en *aynuqa*. Un homme seul peut réaliser ce travail. Parfois une femme ou un adolescent ou bien encore un vieillard aide le chef de famille. En quatre jours, un homme seul peut semer en quinoa un hectare de terrain ; si une personne l'aide nous estimons qu'il faut deux journées pour semer la même surface. Le paysan commence le semis sur les parcelles en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Récolte de quinoa

Une femme ou un adolescent ou un enfant ou bien encore un vieillard peut réaliser seul la récolte. Un âne permet de ramener le quinoa récolté à la maison. Il faut environ une journée de travail afin de récolter un hectare de quinoa. La récolte débute, le plus souvent, sur les parcelles en *pampa* puis en *cumbre* et enfin en *ladera*.

Coupe de la luzerne

La luzerne n'est cultivée qu'en *sayaña* et sur les parcelles en *pampa* dans les zones les plus humides ou proches d'un cours d'eau. Les paysans effectuent deux coupes⁴, la troisième coupe est pâturée par les animaux. Un

⁴ Nous avons considéré qu'il faut attendre trente jours après la fin de la première coupe avant de réaliser la deuxième.

homme seul passe en moyenne neuf jours et demi pour effectuer une coupe sur un hectare. La luzerne est ensuite transportée à dos d'âne et d'homme à la maison.

Transport du guano

Le *guano* est utilisé lors de la plantation de la pomme de terre. Ainsi, le paysan doit amener le *guano* sur les parcelles où il va implanter la pomme de terre. Il utilise des ânes afin d'effectuer le transport. Un âne peut en moyenne porter quarante-six kilogrammes de *guano*. Le temps de transport dépend, bien évidemment, de la distance à parcourir entre la parcelle à planter et le corral où est entreposé le *guano*.

Les animaux

Bovins au piquet

Dans la journée, les bovins sont attachés à un piquet dans une zone de la *sayaña* où ils peuvent pâturer. Cependant leur régime alimentaire dépend essentiellement d'un affouragement journalier.

Période	Régime⁵ (en moyenne par jour)
avril à décembre	5 kg d'orge
décembre à janvier	4 kg d'orge et 1 kg de luzerne
janvier à mars	2 kg d'orge, 2 kg d'orge verte et 1 kg de luzerne
mars à avril	3 kg d'orge et 2 kg d'orge verte

Si un bovin travaille, on lui octroie deux kilogrammes et demi d'orge supplémentaire. S'il ne reste plus assez d'orge pour alimenter correctement les bovins, le paysan peut mélanger, à part égale, de l'*ichu* à l'orge.

Il existe toutefois environ huit jours de l'année où ils peuvent pâturer les chaumes hauts sur les *aynuqa* 2 et 3. Ils sont alors gardés par les femmes. Ces dates de pâture des chaumes hauts sont fixées par la communauté.

⁵ Poids en kg de matière sèche

Chercher de l'ichu

Un paysan va chercher de l'*ichu*, s'il considère qu'il n'a plus assez d'orge pour nourrir ses bovins les semaines à venir. L'*ichu* est une graminée dure de faible valeur fourragère (*Stipa ichu*), surtout présente sur les cimes et hautes de versants. Nous avons estimé que le seuil de déclenchement de cette opération correspond à une réserve en orge foin inférieure à cinquante jours de consommation.

Selon la richesse de la région en *ichu*, le paysan dispose de deux méthodes d'obtention de ce produit :

- ✓ si la zone est riche en *ichu*, il peut le « récolter » lorsqu'il garde les ovins sur la jachère longue ;
- ✓ si la zone est pauvre en *ichu*, il doit partir avec des ânes dans une autre région afin d'aller le récolter⁶.

Pâturage des ovins

Chaque jour, un enfant ou un vieillard se charge de la surveillance des ovins sur les jachères. Dans le modèle, nous avons considéré que les ovins doivent être conduits un minimum de trois heures par jour au pâturage.

Vente et achat des bovins

La vente et l'achat des animaux se font lors de foires. Les bovins mâles sont vendus, habituellement, entre juin et juillet lorsqu'ils ont plus de cinq ans. Les vaches sont vendues en septembre et octobre lorsqu'elles ont atteint l'âge vénérable de huit ans. C'est à cette même période que les paysans achètent des jeunes bovins mâles de dix-huit mois capables de travailler.

⁶ Dans ce dernier cas, le paysan doit généralement payer un droit de cueillette.

Un climat

Le climat revêt une grande importance. En effet, de nombreuses gelées⁷ causent des pertes importantes au cours du cycle agricole. De plus, il existe une grande variabilité interannuelle du climat qui rend difficile la gestion des risques.

Les risques de gelée

Il semble que l'orge soit peu affectée par les gelées. Nous avons surtout tenu compte de ce risque majeur pour la pomme de terre douce et le quinoa.

Culture	Risque à partir de
Pomme de terre douce	-2°C au niveau du sol avant la floraison
Quinoa	-8°C au niveau du sol avant floraison et -5°C après floraison.

S'il gèle, nous considérons que 70% de la culture sur la parcelle étudiée a été détruit.

Le modèle tient compte des situations de *pampa*, *ladera* et *cumbre* pour déterminer la température minimum⁸ au niveau du sol (T sol) en fonction de la température minimum relevée journalièrement dans la cassette météorologique (T).

⁷ On enregistre en moyenne 201 jours de gelées par an dans la station météorologique de Patacamaya près de la communauté étudiée. Les données météorologiques ont été proportionnées par Dr. Jean VACHER (ORSTOM-SENHAMI).

⁸ Les relations ont été déterminées pour la zone de la communauté appelée Qhapaqamaya. Cette zone est intermédiaire du point de vue des températures minimum dans la communauté (Damien de BOUET DU PORTAL, 1993).

Situation topographique	Température
<i>pampa</i>	$T_{sol}=0.9300*T-2.60$
<i>ladera</i>	$T_{sol}=0.7905*T-1.06$
<i>cumbre</i>	$T_{sol}=0.7440*T-0.56$

Le climat et les rendements

Calcul du rendement

Le climat influe énormément sur les rendements des cultures que ce soit par les gelées, les précipitations, l'ensoleillement... Dans ce modèle nous avons estimé qu'il existe une relation linéaire entre le cumul de l'évapotranspiration réelle de la culture pendant son développement et le rendement.

Culture	Rendement (T/ha)=f(TER)
Quinoa	$Rdt= 0.016*ETR-1.678$
Pomme de terre	$Rdt= 0.062*ETR-7$

Calcul de l'évapotranspiration réelle

L'évapotranspiration réelle est calculée d'après les données climatiques fournies :

$$ETR_j = P_j + P_{j-1} - ETM_{j-1} \quad \text{si } P_{j-1} > ETM_{j-1}$$

$$ETR_j = P_j \quad \text{si } P_{j-1} \leq ETM_{j-1}$$

$$ETM_j = Kc_j * ETP_j$$

avec :

- ETR_j évapotranspiration réelle le jour j
- P_j précipitation le jour j (donnée climatique)
- ETM_j évapotranspiration maximale le jour j
- Kc_j coefficient cultural de la culture le jour j
(fourni avec le modèle)
- ETP_j évapotranspiration potentielle le jour j
(donnée climatique)

Les précipitations et les travaux agricoles

La possibilité de réaliser certains travaux agricoles dépend de l'humidité du sol et donc des précipitations.

Les semis

Les pluies humidifient le lit de semence permettant ainsi le semis. Nous estimons qu'il faut des précipitations dont le cumul⁹ dépasse 6 mm pour pouvoir commencer les semis.

Les labours

Les pluies sont nécessaires, mais elles peuvent rendre le sol trop « plastique » pour un labour.

Nous estimons qu'il faut au moins 10 mm de précipitations cumulées pour pouvoir labourer, mais il faudra attendre trois jours sans labourer s'il pleut plus de 10 mm le jour même, et six jours s'il pleut plus de 20 mm le jour même. Cependant, il faut réduire de moitié ces estimations de cumul de précipitations pendant l'hiver (mai à août) car alors les précipitations sont sous forme de neige et non pas de pluie.

Le buttage de la pomme de terre

Cette opération ne peut être réalisée si le jour même les précipitations dépassent 10 mm. Dans ce cas, il faut attendre au moins trois jours. Dans le cas de précipitations supérieures à 20 mm, il est recommandé d'attendre au moins six jours.

⁹ On considère les jours pluvieux consécutifs pouvant toutefois présenter des interruptions d'au maximum deux jours.

Présentation rapide du logiciel

Ce chapitre décrit brièvement l'ensemble des possibilités du logiciel Pumani afin de vous faciliter la première prise en main. Vous pourrez vous référer aux chapitres suivants afin d'obtenir des informations complémentaires.

Une application MDI

Pumani est une application dite MDI (*Multiple Document Interface*).

Qu'est-ce ?

Une application MDI offre la possibilité de gérer plusieurs documents en simultané. Par exemple, Winword est une application MDI qui permet de travailler sur plusieurs textes en même temps. L'interface utilisateur de ces applications doit obéir à certaines règles précises. Ainsi, il existe une fenêtre principale qui forme le cadre dans lequel le programme s'exécutera. Cette fenêtre principale peut contenir d'autres fenêtres enfants, chacune affichant un document. Toutes les fenêtres documents enfants sont maintenues dans la fenêtre principale et, quelle que soit leur taille, ne peuvent quitter l'intérieur de cette fenêtre principale (figure 3.1).

Conséquences sur Pumani

Multifenêtrage

Pumani peut ouvrir plusieurs fenêtres en simultané, chacune pouvant avoir un rôle et une apparence différentes. On distingue cinq types de fenêtre :

- ✓ fenêtre de messages - entièrement gérée par le logiciel, elle affiche les erreurs rencontrées lors de l'analyse des données fournies au simulateur - ;
- ✓ fenêtre de simulation - contrôle une simulation - ;
- ✓ éditeur de textes - permet d'éditer des fichiers textes tels des fichiers de données - ;
- ✓ résultats textes - affiche les résultats d'une simulation sous forme de textes - ;
- ✓ résultats graphiques - affiche les résultats d'une simulation sous forme de graphiques - ;

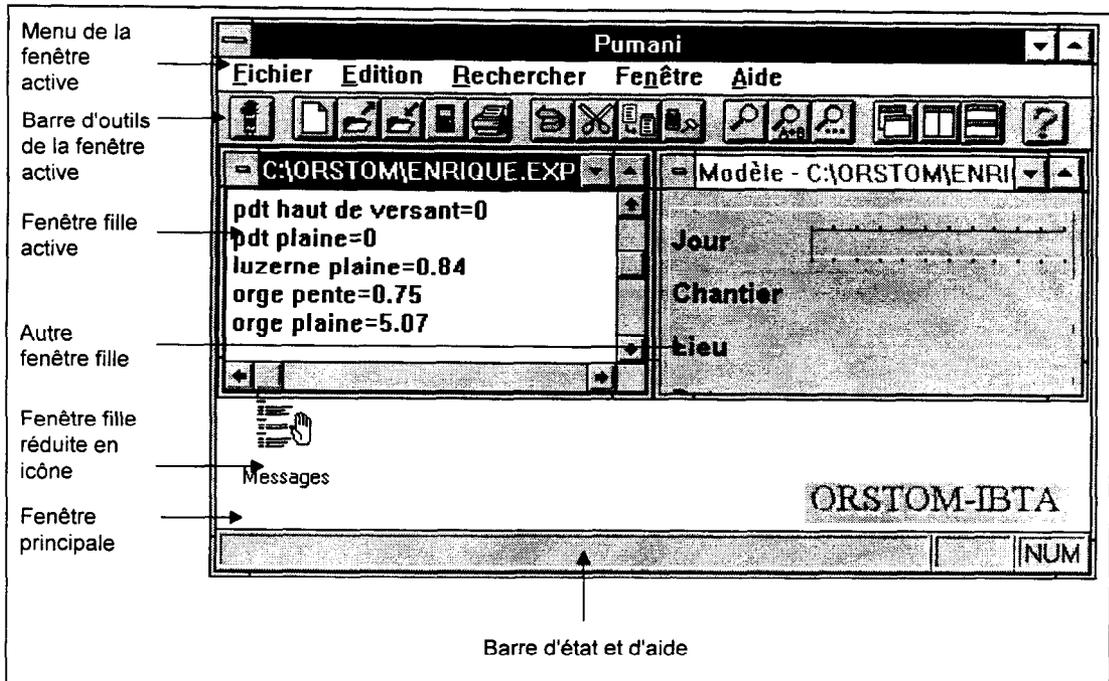


Figure 3.1 - Une application MDI -

Simulations

Le logiciel a été volontairement bridé afin d'empêcher le déroulement de plusieurs simulations en simultanée. En effet, plusieurs simulations synchrones peuvent provoquer un fort ralentissement de votre système Windows. De plus, chaque simulation mobilisant de la mémoire vive, votre système peut rapidement se trouver dans l'impossibilité de fournir la mémoire exigée par le logiciel.

Principe d'utilisation

Votre travail sera découpé en trois grandes étapes :

- ☞ création de fichiers de données ;
- ☞ lancement d'une simulation ;
- ☞ analyse des résultats obtenus.

Création de fichiers de données

Avant toute simulation, vous devez créer les fichiers de données qui seront utilisés par le logiciel. Ces fichiers devront posséder toutes les informations utiles sur l'exploitation dont vous désirez simuler le fonctionnement, le climat... Nous distinguons quatre types de fichiers de données :

- ✓ fichier principal - fichier appelé par le simulateur et possédant les noms des fichiers exploitation et climat, les dates de début et de fin de la période simulée et les périodes de la boucle principale du modèle (annexe 1), au sein desquelles l'ordre de priorité des tâches simultanées est fixé - ;
- ✓ fichier exploitation - possède les informations sur l'exploitation : nombre de personnes, d'animaux, matériel agricole, superficies des blocs de culture...- ;
- ✓ fichier calendrier - calendrier de travail de chaque personne travaillant sur l'exploitation - ;
- ✓ fichier climat - possède les données climatiques sur une année civile - .

Afin de créer ces fichiers vous pouvez utiliser l'instruction Nouvelles données du menu Fichier du logiciel (figure 3.2). Un éditeur de texte vous permettra de concevoir l'un de ces fichiers à partir d'un canevas.

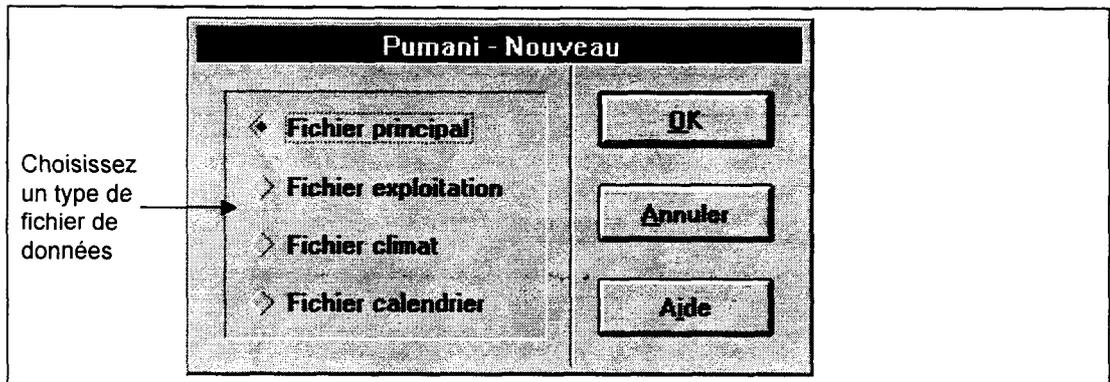


Figure 3.2 - Nouvelles données -

Lancement d'une simulation

Tous les fichiers de données créés, vous pouvez demander le lancement d'une simulation. Pour cela choisissez la commande **MODÈLE** du menu **Fichier**. Une boîte de dialogue (figure 3.3) vous demande alors le nom du fichier principal à associer à la simulation. Avant d'ouvrir une fenêtre de simulation, le logiciel vérifie la cohérence de vos données.

Vous pouvez exécuter à partir du DOS des commandes qui ouvrent automatiquement PUMANI et déclenchent la simulation associée au fichier: *.pri, comme l'exemple ci-après :

```
C:\>winc:\pumani\pumani.exe c:\pumani\simule\essai.pri
```

Exemple 3.1 - Exécution Pumani à partir du DOS

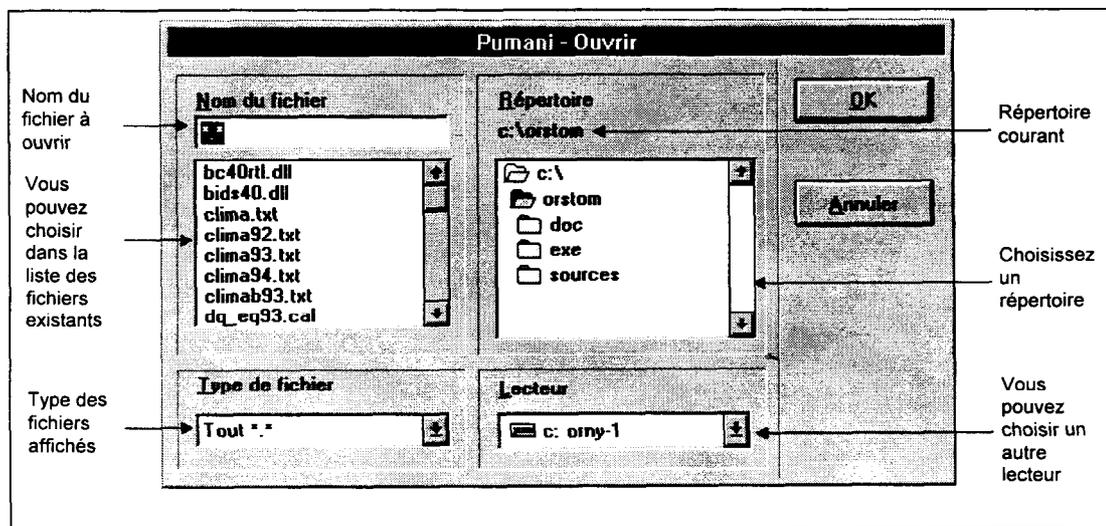


Figure 3.3 - Ouvrir un modèle -

Lorsqu'une fenêtre de simulation (figure 3.4) est ouverte, vous pouvez demander l'exécution de la simulation ; cependant nous vous conseillons de vérifier, via l'option **Paramètres** du menu **Simulation**, que les

paramètres¹⁰ du modèle vous conviennent. Pour lancer la simulation choisissez l'option Lancer du menu Simulation.

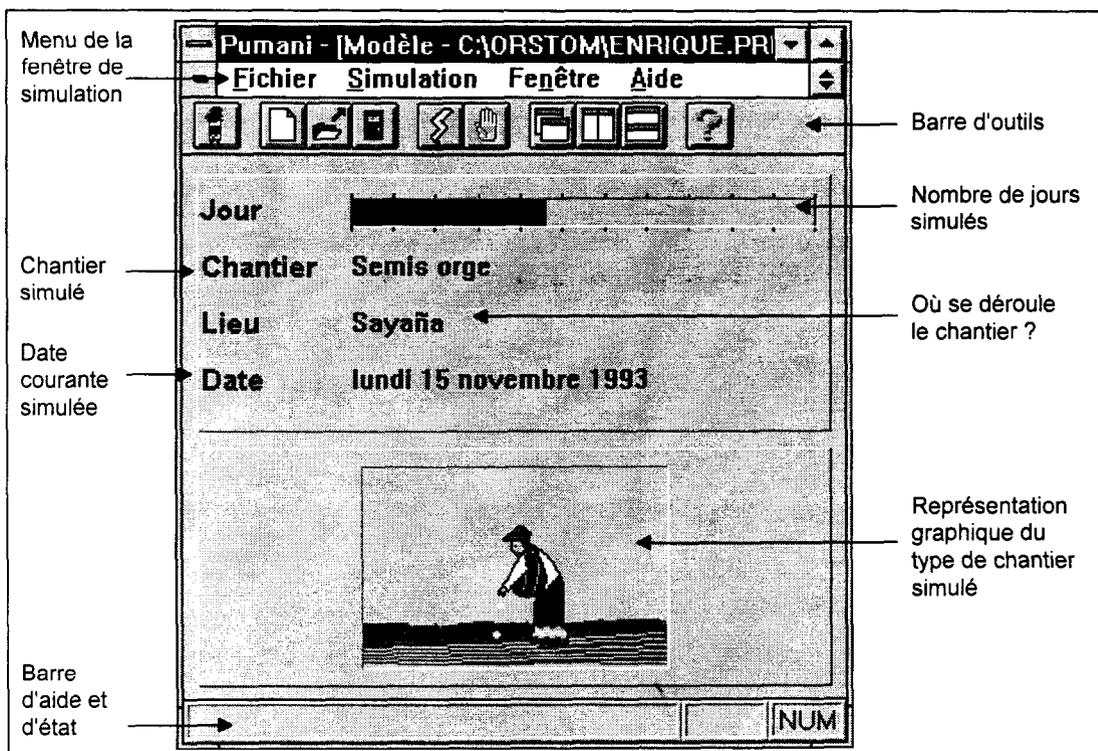


Figure 3.4 - Fenêtre de simulation -

Lorsque la simulation touche à sa fin, automatiquement la fenêtre de simulation se ferme et les résultats sont affichés.

¹⁰ Le modèle comporte de nombreux paramètres pouvant être modifiés par l'utilisateur. Les valeurs par défaut de ces paramètres correspondent aux valeurs les plus probables d'après les études menées dans la communauté de Pumani.

Les résultats

Les résultats d'une simulation sont affichés sous forme de textes, récupérables par tout traitement de texte et tableur, et sous forme de graphiques (figure 3.5). Vous pouvez imprimer ces résultats afin de mieux les étudier.

Note : vous pouvez à tout moment arrêter une simulation via l'option Arrêter du menu Simulation et demander l'affichage des résultats provisoires avec l'option Résultats du même menu.

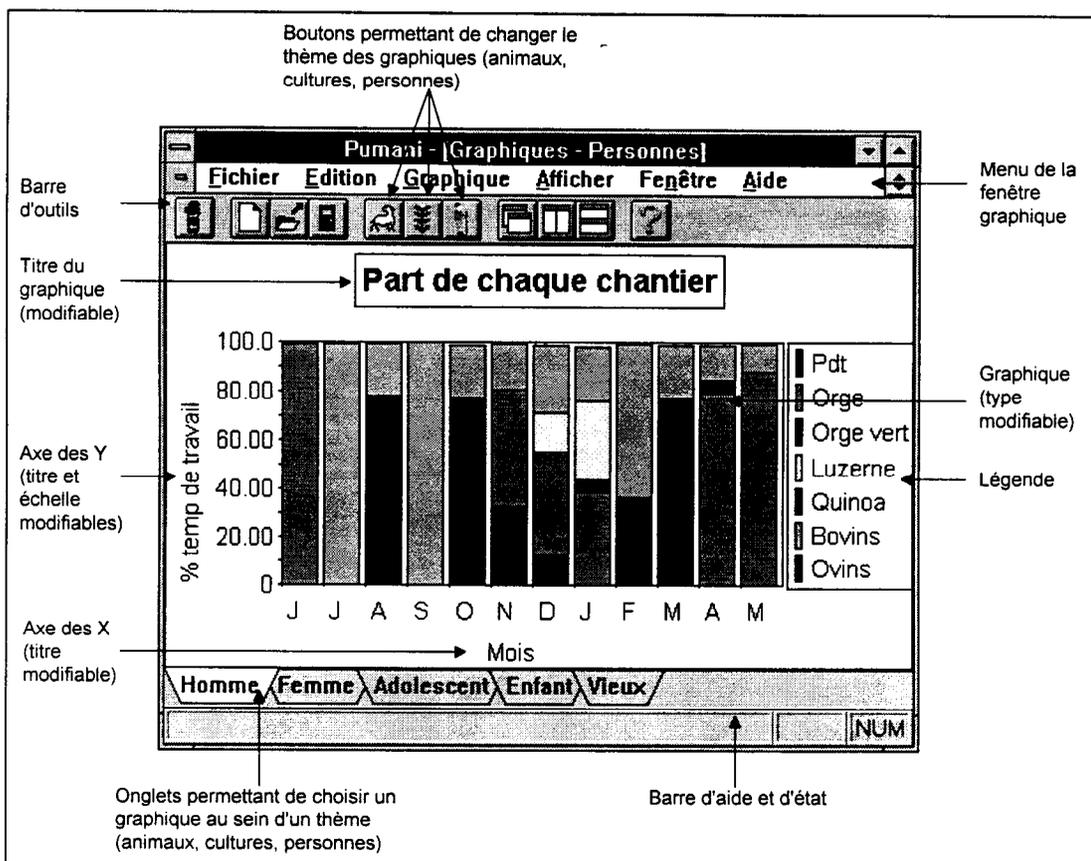


Figure 3.5 - Résultats sous forme de graphiques -

Configuration

La configuration du logiciel - répertoire de travail, tableur à utiliser, répertoire d'installation - est mémorisée dans le fichier Pumani.ini créé dans le répertoire de Windows. Vous pouvez le modifier manuellement à l'aide d'un simple éditeur de texte, ou bien plus simplement en utilisant la commande Configuration Pumani du menu Fichier (figure 3.6).

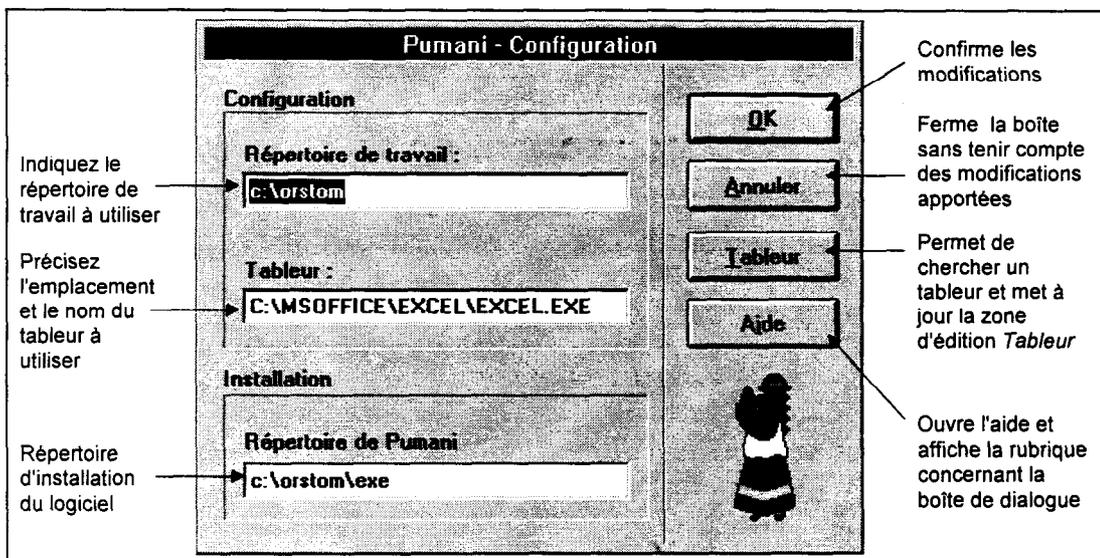


Figure 3.6 - Configuration de Pumani -

Note : si le fichier de configuration est erroné, Pumani affiche un message d'erreur et vous propose de corriger le fichier.

Le répertoire de travail

Le répertoire de travail est le répertoire utilisé par défaut par le logiciel. Ainsi, lors d'une recherche de fichier, si aucun chemin d'accès n'a été spécifié, Pumani va dans ce répertoire afin de lire le fichier. De même, lors de toute sauvegarde de fichiers, le logiciel propose par défaut ce répertoire.

Le tableur

Afin de créer, lire et modifier un fichier de données climatiques, le logiciel fait appel de préférence à un tableur. C'est le nom complet de ce tableur et

son emplacement exact que vous devez indiquer dans la zone d'édition Tableur.

Note : Le bouton Tableur permet de rechercher un tableur sur un lecteur et met automatiquement à jour la zone d'édition Tableur (figure 3.7).

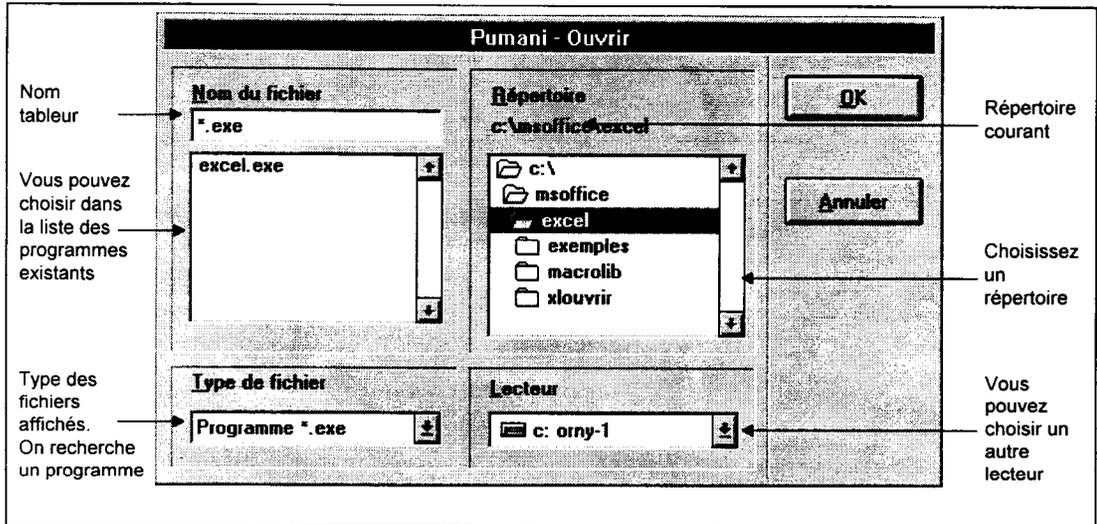


Figure 3.7 - Recherche d'un tableur -

Le répertoire d'installation

Cette information, mémorisée lors de l'installation du logiciel, ne devrait jamais être modifiée. Cependant, si vous déplacez le logiciel vers un autre répertoire, vous devez préciser l'emplacement de ce nouveau répertoire d'installation.

Création et modification de fichiers de données

Les fichiers de données sont un élément primordial dans une simulation. Ils déterminent son déroulement ainsi que son type : calibration, validation, tests d'hypothèses. Un soin particulier doit être apporté à l'élaboration de ces fichiers.

Des fichiers modèles

Qu'est-ce ?

Pumani vous offre la possibilité de créer facilement des fichiers de données à l'aide de fichiers modèles. Ce sont des canevas de fichiers de données mis en place par le logiciel. Vous n'avez plus qu'à compléter les lignes de données d'après les informations que vous possédez ou que vous avez imaginées.

Leur création

Via l'option Nouvelles données du menu Fichier, vous pouvez demander au logiciel de créer un fichier modèle. Une boîte de dialogue (figure 4.1) vous demande alors de préciser le type de fichier de données que vous désirez constituer : fichier principal, fichier exploitation, fichier climat, fichier calendrier. Le type de fichier connu, un éditeur de texte affiche le fichier modèle adéquat.

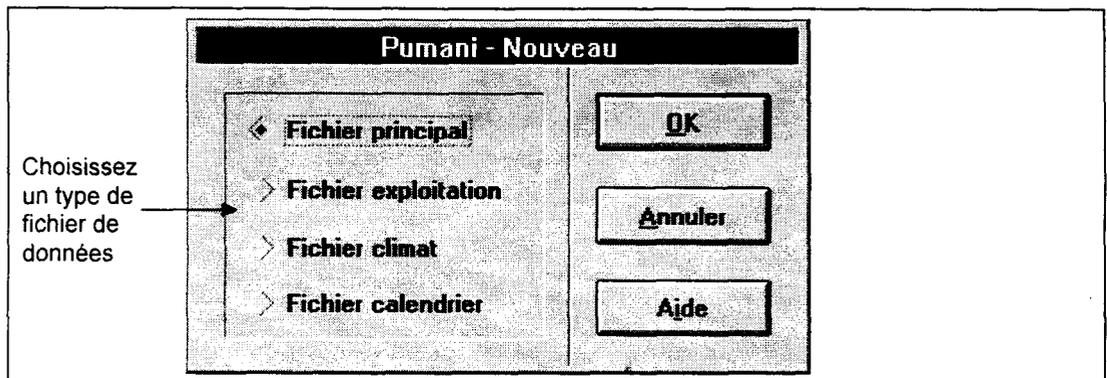


Figure 4.1 - Nouveau fichier de données -

Note : les parties « Fichier Principal », « Fichier exploitation », « Fichier calendrier » et « Fichier climat » de ce chapitre décrivent d'une manière détaillée la composition des fichiers de données.

Sauvegarde du nouveau fichier de données

Après avoir modifié un fichier modèle, afin d'obtenir un nouveau fichier de données, il vous suffit de choisir l'option Sauvegarder ou bien Sauvegarder sous du menu Fichier du logiciel pour pouvoir conserver le fichier créé sur disque dur ou disquette (figure 4.2).

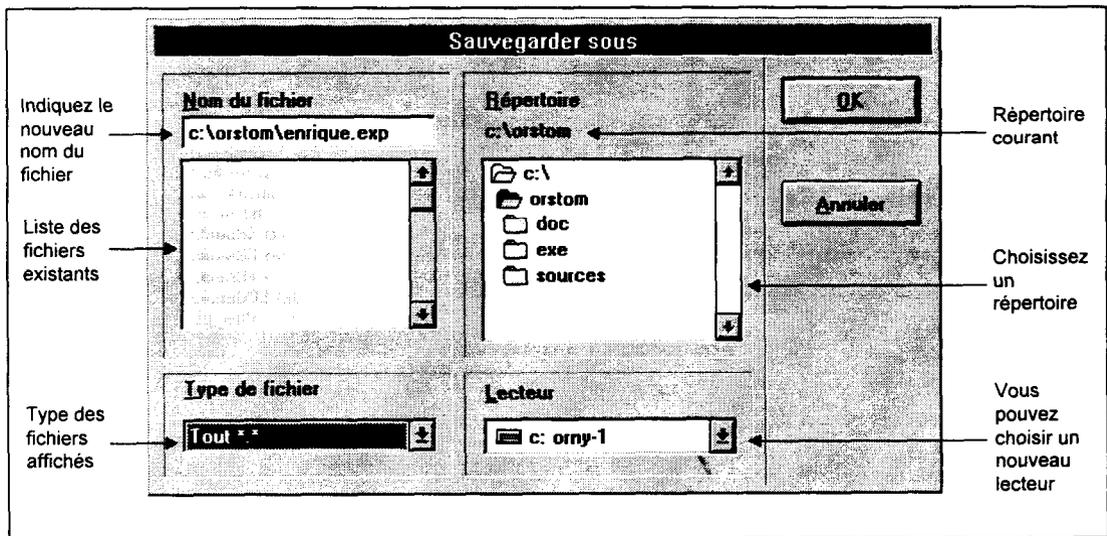


Figure 4.2 - Sauvegarde d'un fichier de données -

Fichier principal

Le fichier principal est le premier fichier appelé par le simulateur. Il contient le nom des autres fichiers que ce dernier doit ouvrir par la suite.

Section : Fichiers

Ligne Exploitation

Vous devez indiquer le nom du fichier de données de type EXPLOITATION qui devra être utilisé par le simulateur.

Important : si ce fichier est dans un répertoire différent du répertoire de travail spécifié dans la configuration du logiciel, vous devez indiquer le chemin complet permettant de trouver ce fichier.

Lignes climat an 1 et an 2

Vous devez préciser les noms des fichiers possédant les données climatiques sur les deux années civiles couvertes par la simulation.

Important : si un fichier est dans un répertoire différent du répertoire de travail spécifié dans la configuration du logiciel, vous devez indiquer le chemin complet permettant de trouver le fichier.

```
[Fichiers]
Exploitation=explota1.exp
Climat année 1=clim94.txt
Climat année 2=c:\pumani\clim95.txt
```

Exemple 4.1 - Section FICHIERS d'un fichier principal -

Section : Jours

Ligne Premier jour de la simulation

Indiquez la date du jour de chaumes hauts; c'est le premier jour de travail qui devra être simulé.

Note : Les dates doivent être rentrées sous le format (JJ.MM.AAAA).

Ligne Dernier jour de la simulation

Indiquez la date du dernier jour de travail qui devra être simulé; ce sera la veille du jour des chaumes hauts de l'année suivante.

Note : Les dates doivent être rentrées sous le format (JJ.MM.AAAA).

```
[Jours (JJ.MM.AAAA)]
premier jour de la simulation=25.6.1994
dernier jour de la simulation=14.6.1995
```

Exemple 4.2 - Section JOURS d'un fichier principal -

Section : Périodes

Ligne Début période

Indiquez la date du premier jour de la période.

Note: les dates doivent être rentrées sous le format (JJ.MM.AAAA)

Ligne nombre d'activités obligatoires

Indiquez le nombre minimum d'activités à simuler dans la période considérée.

Lignes Activités

Indiquez un maximum de 18 activités par période avec leur ordre d'exécution.

```
[Période 1]
Début période=27.6.1993
nb activités obligatoires=2
Bovins au piquet=1
Pâturage ovin minimum=2
Labours=3
Récolte pomme de terre=4
Récolte orge=5
Vente Taureau=6
Pâturage ovin facultatif=7
```

Exemple 4.3 - Section PERIODES d'un fichier principal-

Section : Fêtes

Dans cette section, vous devez indiquer les dates des fêtes mentionnées (cf. Chapitre 1 « Modèle - Une communauté - Une vie sociale »). Les dates de ces fêtes variant chaque année, le modèle ne peut les déterminer lui-même.

Note : Les dates doivent être rentrées sous le format (JJ.MM.AAAA).

```
[Fêtes (JJ.MM.AAAA)]
uma misa=16.12.1994; fête de l'eau
pentecôte=5.6.1995
```

Exemple 4.4 - Section FETES d'un fichier principal -

Section : Résultats

Cette section ne comporte qu'une seule ligne. Après la simulation, les résultats sont automatiquement sauvegardés sous forme de fichiers textes

lisibles par d'autres logiciels¹¹. Vous devez indiquer les six premières lettres du nom de ces futurs fichiers. Le logiciel complétera ce nom en ajoutant deux lettres supplémentaires permettant de différencier les fichiers résultats ainsi que l'extension « .res ». De cette manière vous obtiendrez les fichiers suivants :

xxxxxxdi.res - journal des activités jour par jour - ;

xxxxxxan.res - résultats concernant les animaux - ;

xxxxxxcu.res - résultats sur les cultures - ;

xxxxxxpe.res - résultats sur les personnes - ;

```
[Résultats]
nom des fichiers (6 lettres)=ex_94
-----
[Résultats]
nom des fichiers (6 lettres)= c:\autre\ex_94
```

Exemple 4.5 - Section RESULTATS d'un fichier principal -

Important : si vous désirez conserver les fichiers résultats dans un répertoire différent du répertoire de travail spécifié dans la configuration du logiciel, vous devez indiquer le chemin complet permettant de placer ces fichiers.

Fichier exploitation

Ce fichier possède toutes les informations sur la structure de l'exploitation dont on désire simuler le fonctionnement : animaux, personnes, matériel, superficie des terres...

Section : Exploitation

Le logiciel ne lit pas cette section du fichier. Elle a été créée afin de vous permettre de distinguer les différents fichiers exploitation.

Ligne : Nom de l'exploitant

Vous pouvez indiquer le nom du chef de famille de l'exploitation étudiée.

¹¹ Tout logiciel pouvant lire des fichiers textes ASCII. Attention, si vous lisez ces fichiers via un logiciel sous MS-DOS, les caractères spéciaux telles les lettres accentuées peuvent être remplacés par d'autres caractères.

Ligne : Date

Vous pouvez préciser à quelle date correspondent les données que vous fournissez sur l'exploitation. Les dates doivent être rentrées sous le format (JJ.MM.AAAA).

Note : par défaut, le logiciel mentionne la date du jour.

```
[Exploitation]
nom de l'exploitant=Juan Segovia
date=20.6.1994
```

Exemple 4.6 - Section EXPLOITATION d'un fichier exploitation -

Section : Personnes

Vous devez indiquer le nombre de personnes, par catégorie de main d'oeuvre (cf. Chapitre 2 « Modèle - une exploitation - une famille »), pouvant travailler¹² sur l'exploitation.

```
[Personnes]
hommes=1
femmes=2
adolescents=0
enfants=4
vieux=1
```

Exemple 4.7 - Section PERSONNES d'un fichier exploitation -

Section : Animaux

Vous devez indiquer le nombre d'animaux, par catégorie, gérés par l'exploitation (cf. chapitre 2 « Modèle - une exploitation - des animaux »).

```
[Animaux]
bovins=2
ovins=40
ânes=3
```

Exemple 4.8 - Section ANIMAUX d'un fichier exploitation -

¹² Nous considérons les personnes pouvant travailler sur l'exploitation et non pas les personnes présentes sur l'exploitation. Pendant certaines périodes de l'année des personnes extérieures à l'exploitation peuvent aider la famille dans son labeur. De plus, les membres de la famille, trop âgés ou trop jeunes pour travailler, ne doivent pas être pris en compte.

Section : Sexes des bovins

Vous devez préciser pour chaque bovin, le sexe de l'animal : « F » pour femelle et « M » pour mâle. Le libellé de chaque ligne doit être créé en utilisant le mot « bovin » auquel on ajoute comme suffixe le numéro du bovin considéré : bovin1, bovin2, bovin3...

```
[Sexes des bovins (F ou M)]  
bovin1=F  
bovin2=M
```

Exemple 4.9 - Section SEXES DES BOVINS d'un fichier exploitation -

Section : Ages des bovins

Vous devez préciser pour chaque bovin son âge (en années). Le libellé de chaque ligne doit être créé en utilisant le mot « bovin » auquel on ajoute comme suffixe le numéro du bovin considéré : bovin1, bovin2, bovin3...

```
[Âges des bovins]  
bovin1=2  
bovin2=0.5 ;six mois
```

Exemple 4.10 - Section AGES DES BOVINS d'un fichier exploitation -

Section : Matériel

Indiquez le nombre d'aires (et de tracteurs) pouvant être utilisés par les exploitants et l'accès ou non aux services d'un tractoriste (tracteur=1, pour un tracteur disponible sur l'exploitation ou loué).

```
[Matériel]  
aire=1  
tracteur=0
```

Exemple 4.11 - Section MATERIEL d'un fichier exploitation -

Section : Charge sociale

Vous pouvez préciser pour chaque adulte travaillant sur l'exploitation, sa charge sociale au sein de la communauté. A chaque charge est associé un chiffre ; c'est ce chiffre que vous devez utiliser (cf. Annexe 2 « Charges sociales et fêtes »). Le libellé de chaque ligne du fichier doit être créé en utilisant le mot « homme » ou « femme » ou bien encore « vieillard »

auquel on ajoute comme suffixe le numéro, au sein de sa catégorie, de la personne considérée : homme1, homme2, femme1 ...

```
[Charge sociale]
homme1=1
femme2=1
```

Exemple 4.12 - Section CHARGE SOCIALE d'un fichier exploitation

Section : Calendrier

A chaque personne travaillant sur l'exploitation, vous devez associer un fichier calendrier qui permettra de connaître sa disponibilité jour par jour. Le libellé de chaque ligne du fichier doit être créé en utilisant le mot « homme » ou « femme » ou « adolescent » ou « enfant » ou bien encore « vieux » auquel on ajoute comme suffixe le numéro au sein de sa catégorie de la personne considérée : homme1, homme2, femme1, enfant1, enfant2...

```
[Calendrier]
homme1=ebh_94.cal
femme1=ebf1_94.cal
femme2=ebf2_94.cal
enfant1=c:\pumani\enfant\ebe1_94.cal
enfant2=c:\pumani\enfant\ebe2_94.cal
enfant3=c:\pumani\enfant\ebe3_94.cal
enfant4=c:\pumani\enfant\ebe4_94.cal
vieux1=ebv_94.cal
```

Exemple 4.13 - Section CALENDRIER d'un fichier exploitation -

Important : si un fichier calendrier est dans un répertoire différent du répertoire de travail spécifié dans la configuration du logiciel, vous devez indiquer le chemin complet permettant de trouver ce fichier.

Section : Distances

Vous devez préciser les distances, en kilomètres, séparant la maison de l'exploitant du barycentre des différentes *aynuqa* mentionnées (exemple 4.14). Nous entendons par *aynuqa* 0, la nouvelle *aynuqa* qui sera cultivée en pomme de terre, l'année suivant l'année simulée, et sur laquelle l'exploitant commencera les labours dès mars (figure 4.3).

```
[Distances (km)]
aynuqa0=5.3
aynuqa1=8.2
aynuqa2=6
aynuqa3=3.4
```

Exemple 4.14 - Section DISTANCES d'un fichier exploitation -

Sections : Superficies

Indiquez, en hectares, la superficie de chaque bloc de culture mentionné. La période couverte par la simulation débord sur deux années civiles et pratiquement sur trois cycles agricoles (figure 4.3). Compte-tenu de la rotation des soles d'*aynuqa* (figure 4.4), on distingue 6 blocs correspondant au type de terre et à la période de référence (année de la simulation A, année antérieure A-1, année suivante A+1): *sayaña*, *aynuqa1*, *aynuqa2*, *aynuqa3*, *aynuqa4*, qui entre donc en jachère l'année de la simulation (le premier jour de la simulation est le jour des chaumes hauts sur a4), *aynuqa0* qui deviendra l'*aynuqa1* de l'année suivante, A+1 (figure 4.5). Ces blocs sont ensuite subdivisés selon la culture et la position topographique (exemple 4.15).

```
[Superficies Aynuqa1 (ha)]
pdt ladera=0.3
pdt pampa=0.1
pdt cumbre=0.2
...
[Superficies terres labourées deuxième
passage (ha)]
sayaña ladera=0.3
sayaña pampa=0
sayaña cumbre=0.1
```

Exemple 4.15 - Sections SUPERFICIES d'un fichier exploitation -

Le jour des chaumes hauts, des surfaces restent peut-être à récolter ou à labourer. A partir de cette date, les surfaces comptabilisées (entrées du modèle) sont celles dont l'agriculteur dispose l'année en cours et qu'il destine, dans chaque type de terre, à chaque culture (assolement prévisionnel). Certaines opérations risquent de ne pas être réalisées du fait des conditions climatiques, du manque de moyens etc. Les surfaces effectivement travaillées par l'agriculteur apparaissent en sorties du modèle.

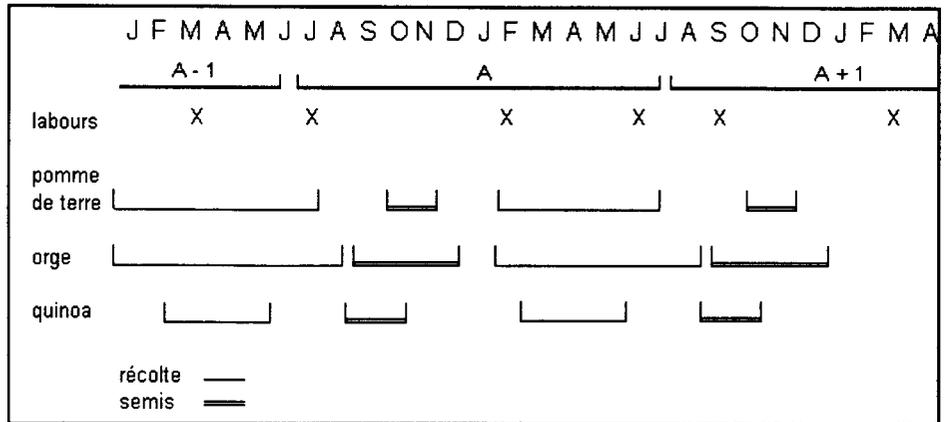


Figure 4.3 - Période couverte par la simulation -

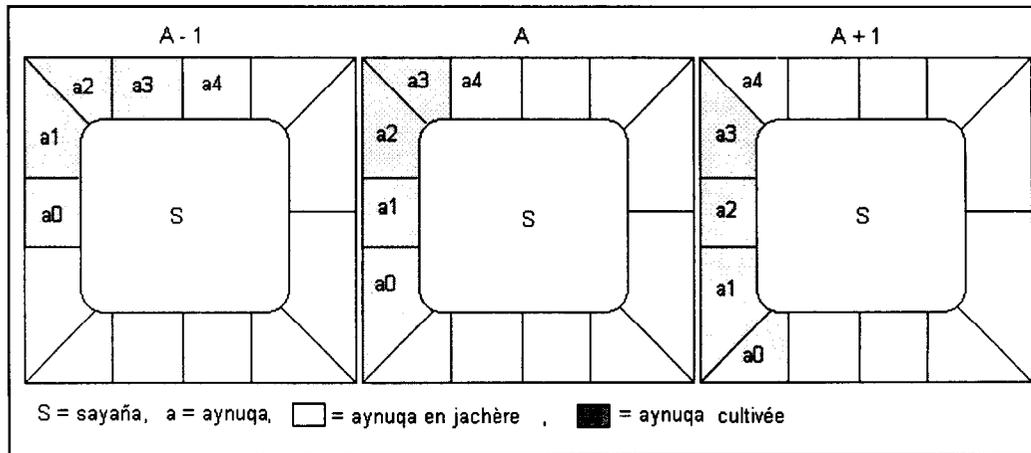


Figure 4.4 - Schéma de rotation des soles d'aynuqa -

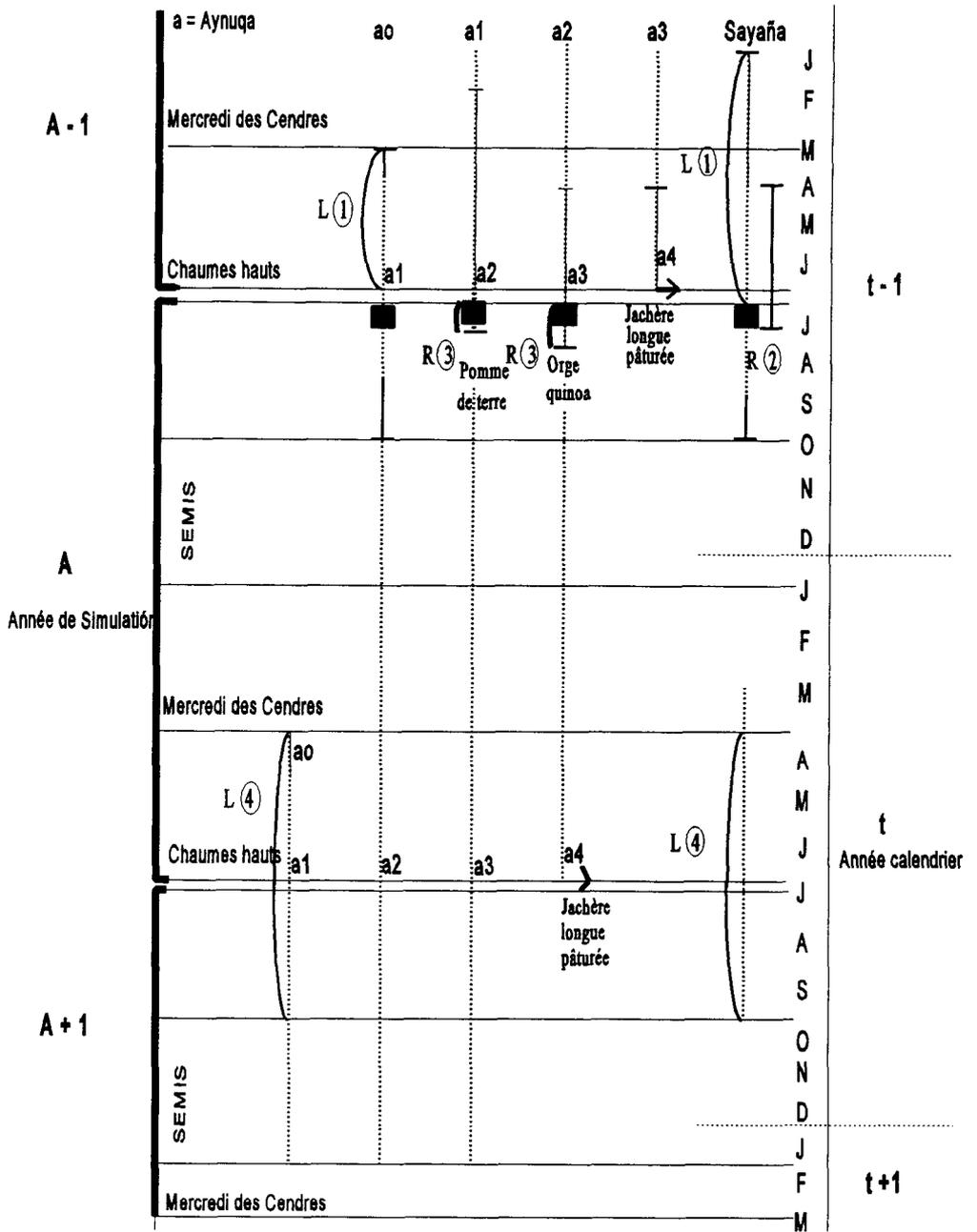


Figure 4.5 - Superficies des terres exploitées -

Sections : superficies terres labourées

Indiquez les superficies des terres en *aynuqa* 1 et *sayaña* qui ont déjà été labourées par l'exploitant entre mars et le premier jour de simulation (L1, sur la figure 4.5).

Note : l'exploitant a déjà commencé ses labours, sur les terres où seront implantées les pommes de terre, le jour des chaumes hauts sur la quatrième *aynuqa*.

Important : les surfaces indiquées doivent être inférieures aux surfaces spécifiées pour la pomme de terre dans les sections SUPERFICIES AYNUQA 1 et SUPERFICIES SAYAÑA.

Section : récolter *sayaña* année antérieure

Indiquez les superficies des terres en *sayaña* qu'il reste à récolter, en pomme de terre et en orge, les premiers jours de la simulation (R2, sur la figure 4.5).

Note : l'exploitant n'a pas fini toutes ses récoltes en *sayaña*, le jour des chaumes hauts sur la quatrième *aynuqa*¹³.

Section : récolter *aynuqa* année antérieure

Indiquez les superficies des terres en *aynuqa*2 et 3¹⁴ qu'il reste à récolter, en pomme de terre et en orge, les premiers jours de la simulation (R3, sur la figure 4.5).

Note : l'exploitant a fini toutes ses récoltes sur l'*aynuqa* 4¹³, le jour des chaumes hauts, mais non sur les autres *aynuqa*.

Important : les surfaces indiquées doivent être inférieures aux surfaces spécifiées dans les sections SUPERFICIES AYNUQA 2 et SUPERFICIES AYNUQA 3.

¹³ On commence le modèle le jour des chaumes hauts sur l'*aynuqa* 4 qui est l'*aynuqa* 3 de l'année agricole antérieure.

¹⁴ Ces terres correspondent aux *aynuqa* 1 et 2 de l'année précédente du fait du système de rotation des terres.

Sections : à labourer sur *sayaña* et *aynuqa* 1 de l'année suivante

Indiquez les surfaces des terres que l'exploitant pense labourer afin d'implanter la pomme de terre l'année suivant (A+1) l'année agricole simulée (L4 sur la figure 4.5).

Note : l'exploitant commence les labours dès mars alors qu'une simulation se termine avec les chaumes hauts fin juin, début juillet.

Section : Stocks

Indiquez l'importance des stocks (en tonnes) en orge et en *guano*, restant de l'année précédente, au premier jour de la simulation.

```
[Stocks (tonnes)]
orge=5.2
guano=0
```

Exemple 4.16 - Sections STOCKS d'un fichier exploitation -

Fichier calendrier

A chaque personne travaillant sur une exploitation, il est nécessaire d'associer un fichier calendrier. Ce fichier permet de connaître les disponibilités quotidiennes de la personne (en heures) pour effectuer les travaux purement agricoles.

Section : Par défaut

Indiquez le nombre d'heures quotidiennes dont dispose le plus souvent la personne pour les travaux agricoles.

```
[Par défaut]
heures=9
```

Exemple 4.17 - Section PAR DEFAUT d'un fichier calendrier -

Section : Jours de la semaine

Si pour certains jours de la semaine, la personne considérée a une disponibilité pour les travaux agricoles différente de celle spécifiée dans la section PAR DEFAUT, indiquez les nombres d'heures dont elle dispose sur les lignes correspondant aux jours dits.

```
[Jours de la semaine]
dimanche=0
jeudi=5
```

Exemple 4.18 - Section JOURS DE LA SEMAINE d'un fichier calendrier -

Section : Périodes

Pendant certaines périodes de l'année, la personne considérée peut avoir une disponibilité différente de celle indiquée dans la section PAR DEFAUT. Dans ce cas, indiquez dans cette section les limites de ces périodes et les disponibilités liées. Pour cela, créez de nouvelles lignes de la manière suivante :

- ☛ le libellé est composé de la lettre « P » suivi du numéro de la période considérée - vous pouvez créer cinquante périodes ; les numéros des périodes doivent être consécutifs, la première période ayant pour numéro 1 - ;

☞ la donnée doit être de la forme PREMIER JOUR¹⁵, DERNIER JOUR¹⁵, NOMBRE D'HEURES

```
[Périodes]
P1=21.11.1994,5.1.1995,6
P2=18.2.1995,3.3.95,0
```

Exemple 4.19 - Section PERIODES d'un fichier calendrier -

Section : Jours Particuliers

Certains jours de l'année, pour des raisons personnelles, la personne considérée peut avoir une disponibilité pour les travaux agricoles différente de celle fixée dans la section PAR DEFAUT. Dans ce cas, créez une nouvelle ligne dans cette section en employant comme libellé le numéro du jour particulier (di) et en indiquant la date¹⁵ et le nombre d'heures pour ce jour.

```
[Jours particuliers]
d1=11.1.95,0
d2=3.2.95,4
```

Exemple 4.20 - Section JOURS PARTICULIERS d'un fichier calendrier-

¹⁵ Format : (JJ.MM.AAAA)

Fichier climat

Un fichier climat contient les données météorologiques mesurées quotidiennement, près¹⁶ de la communauté étudiée, pendant une année civile.

Sa structure

Sa structure est assez simple :

- ✓ la première ligne correspond au libellé des trois colonnes de données (températures minimales, précipitations, ETP);
- ✓ les lignes suivantes - il y a autant de lignes que de nombre de jours dans l'année considérée - correspondent aux données elles-mêmes ; le premier chiffre est la température minimale en °C, le second, séparé du premier par une tabulation, représente les précipitations en mm, le troisième, séparé du second par une tabulation, est la valeur de l'ETP¹⁷ pour le jour étudié.

Tmin	P (mm)	ETP
4.2	3.1	3.84
2.3	1.2	3.95
...		
-1.2	0	2.96

Exemple 4.21 - Extrait d'un fichier climat -

Comment le créer ?

Du fait de la particularité de sa structure, il est fortement recommandé de créer un tel fichier à l'aide d'un tableur. Vous devrez préciser que le fichier doit être sauvegardé sous le format fichier texte ASCII utilisant les tabulations comme séparateurs. Si, lors de la configuration du logiciel, vous avez donné le nom d'un tableur disponible sur votre ordinateur, Pumani, via l'option Nouvelles données du menu Fichier, se charge d'appeler l'application adéquate et de remplir la première ligne du fichier.

¹⁶ Dans le cas de Pumani les mesures ont été faites à AyoAyo.

¹⁷ Calculée selon la méthode de Penman.

Lecture/Modification d'un fichier

Méthode

Les fichiers de données étant des fichiers textes, vous pouvez les relire et les modifier via tout éditeur de texte ou traitement de texte. Cependant, nous vous recommandons d'utiliser les éditeurs de texte intégrés au logiciel Pumani. Pour cela, utilisez la commande Ouvrir du menu Fichier et choisissez, via la boîte de dialogue affichée (figure 4.6), le fichier que vous désirez visualiser ou modifier.

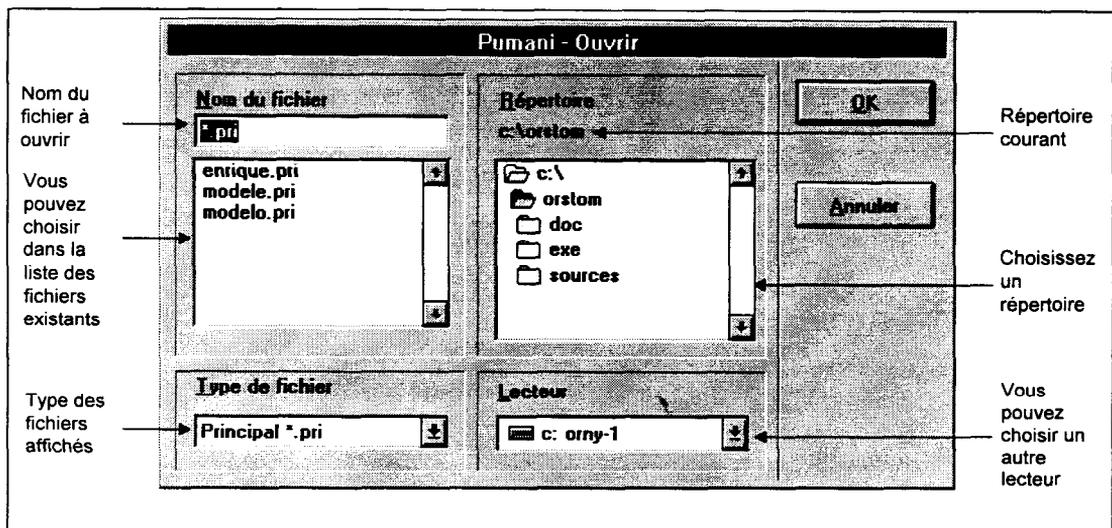


Figure 4.6 - Ouverture d'un fichier de données existant -

Note : dans le cas d'un fichier de données climatiques, Pumani fera appel au tableur que vous aurez spécifié lors de la configuration du logiciel.

Vous pouvez sauvegarder les modifications de ces fichiers, si vous utilisez un éditeur interne du simulateur, grâce à l'option Sauvegarder ou Sauvegarder sous du menu Fichier (figure 4.6).

Editeur de texte interne

Pumani peut éditer plusieurs textes en même temps en ouvrant des fenêtres d'édition (figures 4.7 et 4.8). Chaque fenêtre est un petit éditeur de texte possédant les fonctionnalités de base : couper, copier, coller, rechercher un mot, remplacer un mot, imprimer.

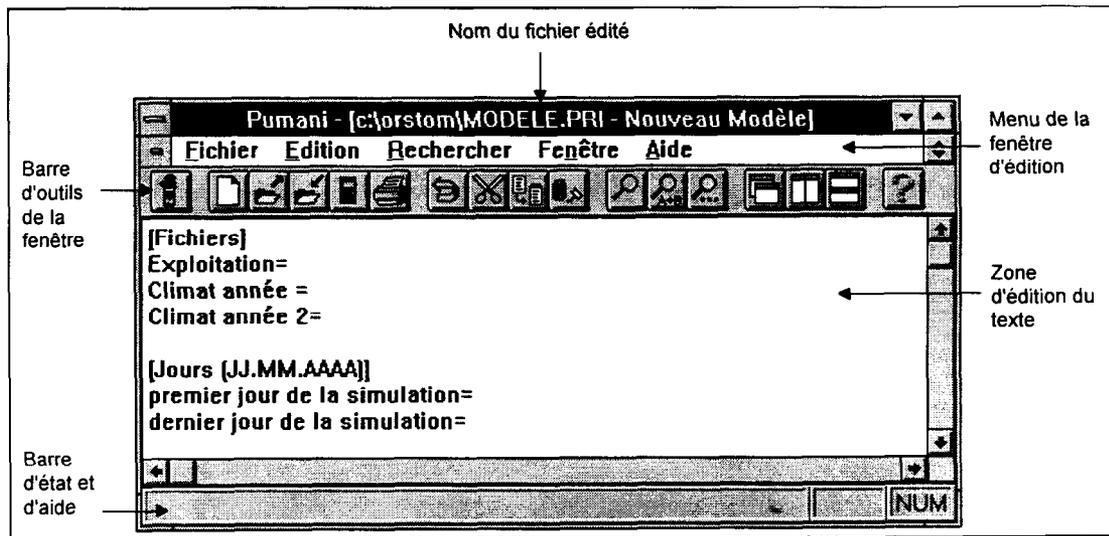


Figure 4.7 - Editeur de texte interne -

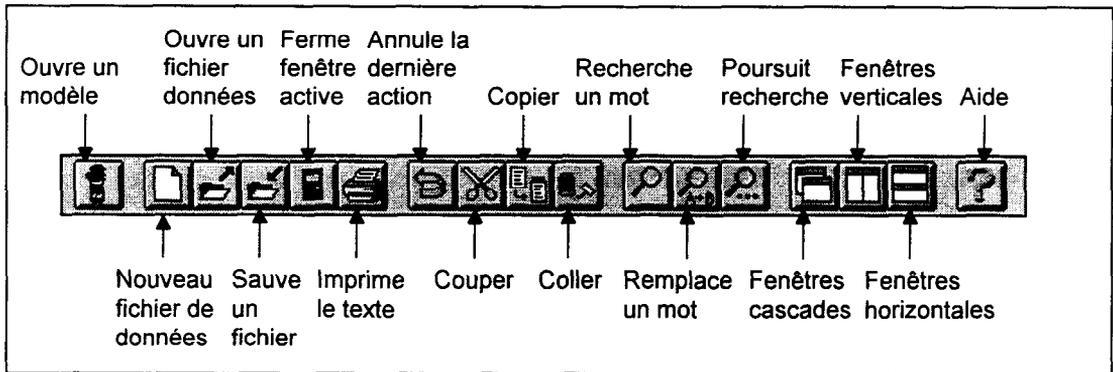


Figure 4.8 - Barre d'outils d'un éditeur -

Lancement d'une simulation

Après la création de tous les fichiers de données, vous pouvez demander l'exécution de la simulation. Nous pouvons distinguer trois étapes dans cette demande :

- ☞ lecture et analyse par le logiciel des données fournies ;
- ☞ éventuellement, modification par l'utilisateur des valeurs par défaut des paramètres du modèle ;
- ☞ lancement effectif de la simulation.

Lecture des données

Via l'option *Modèle* du menu *Fichier*, vous devez spécifier le nom du fichier de données principal que doit lire le simulateur (figure 5.1). A partir des informations conservées dans ce fichier (cf. chapitre 4 « Création et modification des fichiers de données ») le logiciel accède à l'ensemble des données qui lui sont nécessaires afin d'exécuter une simulation.

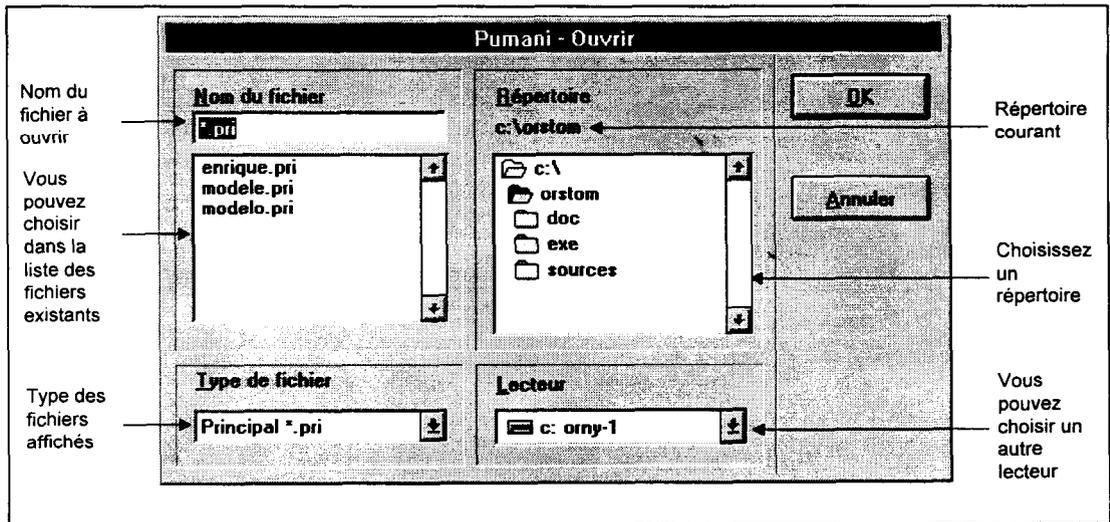


Figure 5.1 - Ouverture d'un fichier principal -

Le simulateur effectue une analyse approfondie des données fournies. Les résultats de cette analyse sont affichés dans la fenêtre MESSAGE du logiciel (figures 5.2 et 5.3). Si aucune erreur n'est détectée, une fenêtre de simulation s'ouvre (figure 5.11). Les modifications des paramètres du

modèle, la demande d'exécution de la simulation ou bien son arrêt, se feront dans cette fenêtre de simulation.

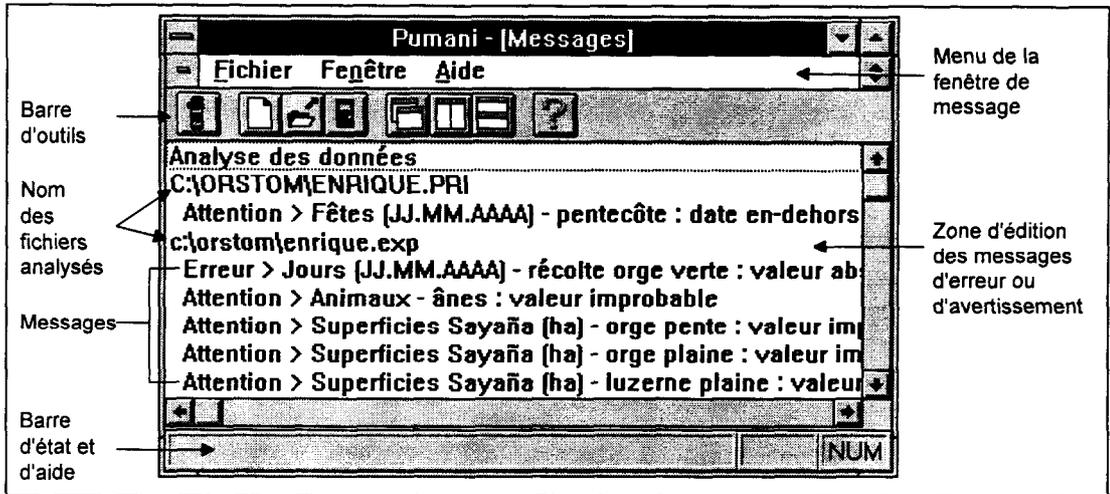


Figure 5.2 - Fenêtre Message -

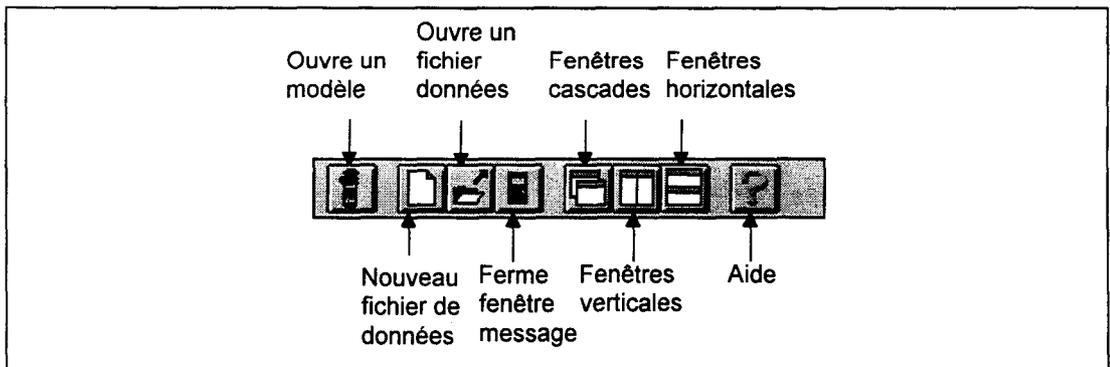


Figure 5.3 - Barre d'outils d'une fenêtre message -

Note : en annexe 3 vous pourrez trouver la liste des messages d'erreur utilisés par le logiciel ainsi que leur sens.

Modification de paramètres

Avant de demander l'exécution d'une simulation, il peut s'avérer nécessaire de changer les valeurs de certains paramètres du modèle. Pour cela, choisissez la commande Paramètres du menu Simulation. Une première boîte de dialogue (figure 5.4) vous permet de choisir le type de paramètres que vous désirez modifier.

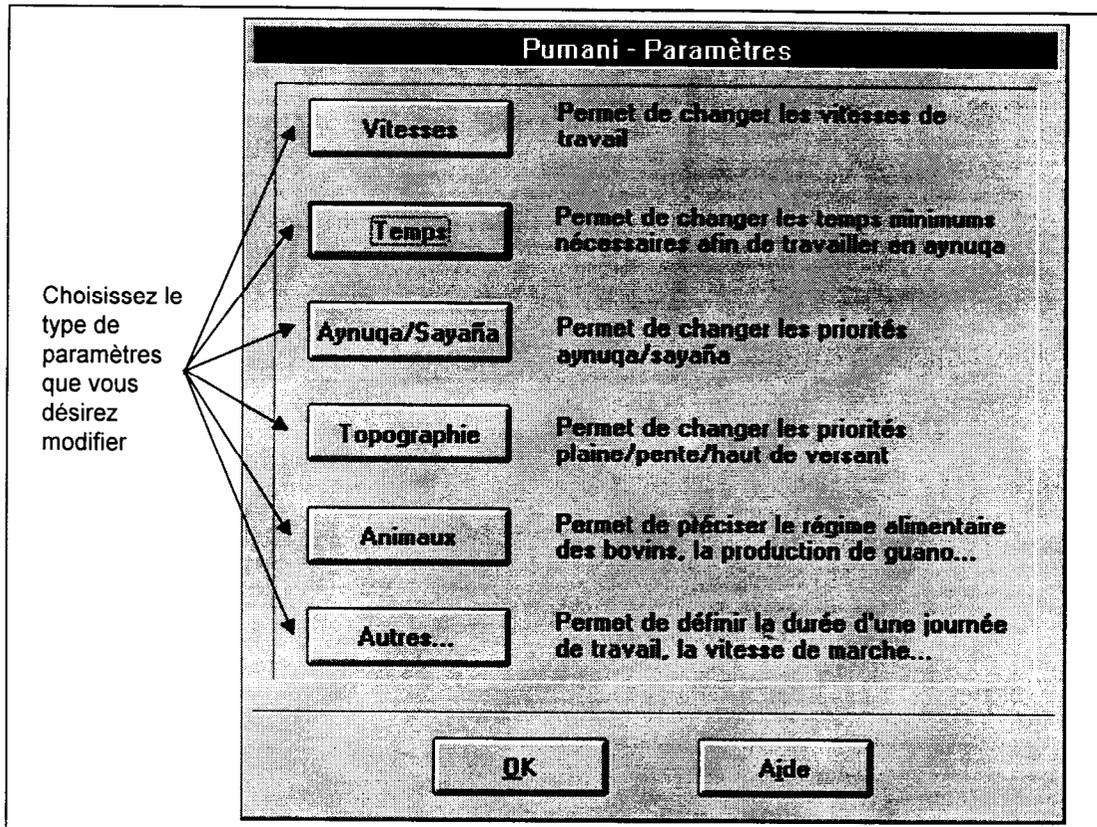


Figure 5.4 - Modification de paramètres -

Vitesses

Ce choix vous permet de modifier, via une boîte de dialogue (figure 5.5), les vitesses d'exécution de l'ensemble des chantiers agricoles modélisés. Ces vitesses sont celles des équipes complètes pour un chantier (cf. chapitre 2 « Le modèle - des travaux agricoles »).

Pumani - Vitesses			
Tracteur	0.3	Récolte pomme de terre	15.0
Labour 1	4.0	Récolte d'orge	12.0
Labour 2	4.0	Récolte quinoa	1.0
Buttage	2.0	Coupe luzerne	9.5
Semis pomme de terre	3.0	Les vitesses sont en jours par hectare. Utilisez les zones d'édition afin de modifier les valeurs.	
Semis d'orge	2.0		
Semis de quinoa	2.0		

OK Annuler Aide

Figure 5.5 - Modification des vitesses de travail -

Temps

Une boîte de dialogue vous laisse la possibilité de changer les temps minimums dont doivent disposer les équipes de travail afin de mener à bien un chantier sur une *aynuqa*.

Pumani - Temps minimums

Récolte	4.0	Labours	6.0
Bultage	6.0	Pâturage	3.0
Semis	6.0	Les temps minimums sont en heures. Utilisez les zones d'édition pour changer les valeurs.	

OK Annuler Aide

Figure 5.6 - Modification des temps minimums -

Aynuqa / Sayaña

Cette option vous laisse la possibilité de modifier les priorités de travail *aynuqa/sayaña* de chaque chantier. Ainsi, vous pouvez imposer à l'exploitant de commencer un chantier de préférence sur *sayaña* et non pas sur *aynuqa* ou bien l'inverse.

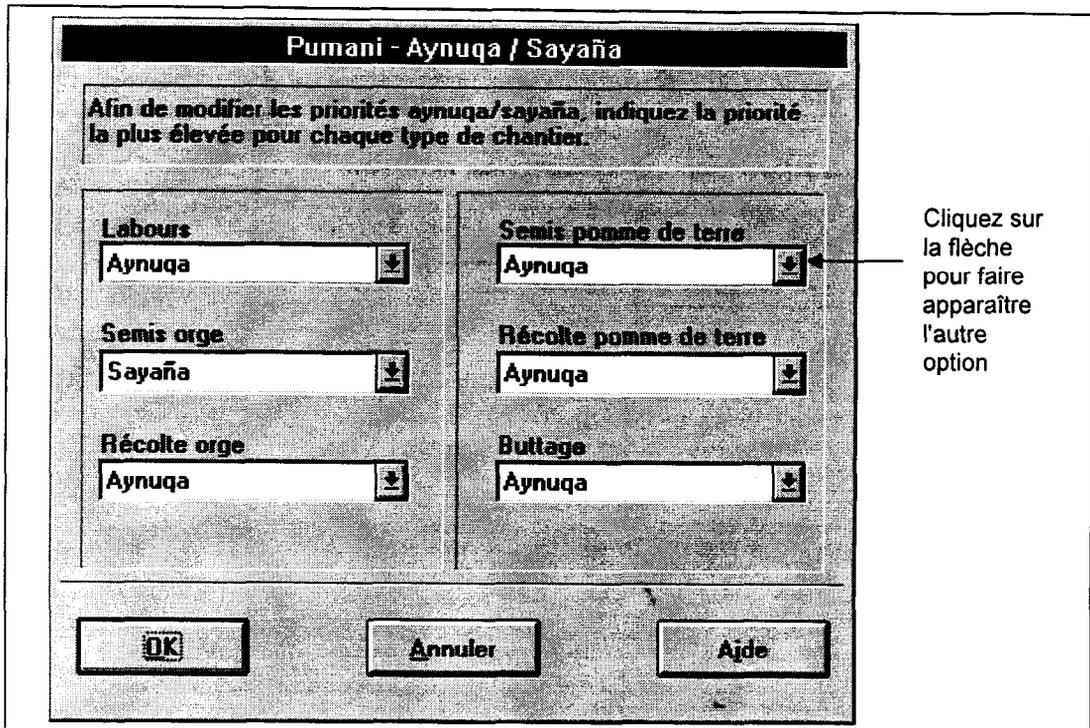


Figure 5.7 - Modification des priorités *aynuqa/sayaña* -

Topographie

Cette option vous permet de changer les priorités topographiques d'un chantier *plaine/pente/haut de versant*. Ainsi, vous pouvez imposer à l'exploitant de commencer un chantier de préférence sur les parcelles en *pente* puis en *plaine* puis en *haut de versant* ou tout autre type de priorité.

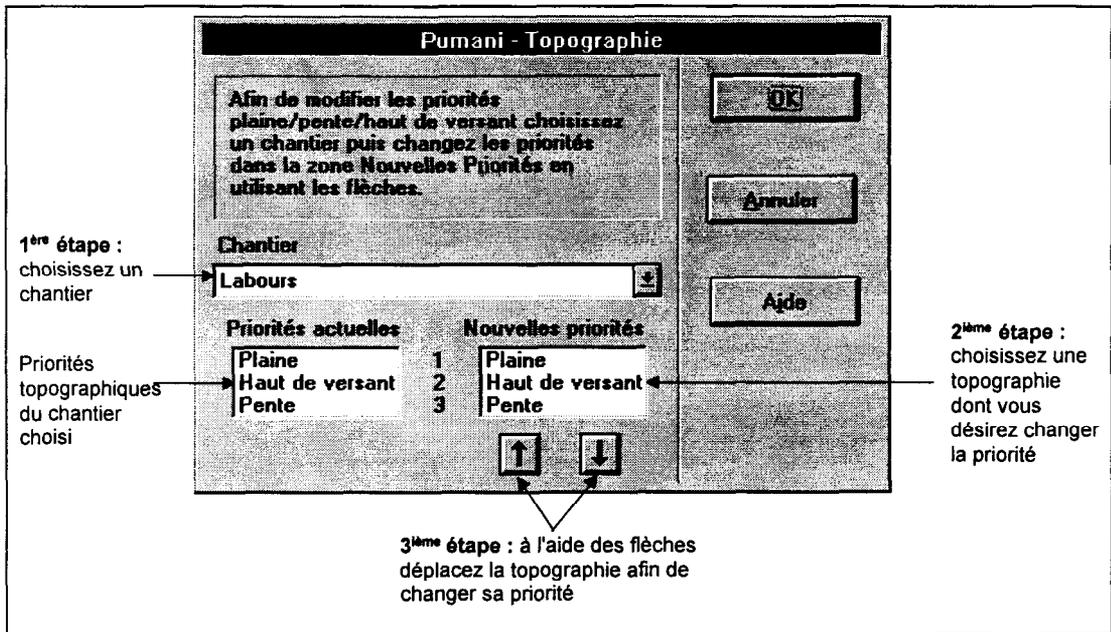


Figure 5.8 - Modifications des priorités topographiques -

Animaux

Une boîte de dialogue vous permet de changer les données associées aux animaux : régime alimentaire des bovins, production de fèces par ovin et par jour...

Pumani - Animaux

<p>Alimentation bovine</p> <p>Les poids sont en kg de matière sèche. La quantité d'orge consommée quotidiennement par les bovins est : orge consommée - orge - luzerne - orge vert selon les disponibilités. S'il n'y a pas suffisamment d'orge, on mélange une certaine proportion d'ichu à l'orge.</p>	<p>Combien de kilos de guano peut transporter un âne ? <input style="width: 50px;" type="text" value="46.0"/></p> <p>Combien de grammes de guano produit un ovin par jour ? <input style="width: 50px;" type="text" value="110.0"/></p> <p>Age de vente des taureaux <input style="width: 50px;" type="text" value="5.0"/></p> <p>Age de vente des vaches <input style="width: 50px;" type="text" value="8.0"/></p> <p>Age d'achat des taureaux <input style="width: 50px;" type="text" value="1.5"/></p>
<p>Orge <input style="width: 50px;" type="text" value="5.0"/> Orge verte <input style="width: 50px;" type="text" value="2.0"/></p> <p>Luzerne <input style="width: 50px;" type="text" value="1.0"/> Proportion Ichu (%) <input style="width: 50px;" type="text" value="50.0"/></p> <p style="text-align: center;">Orge lors travail <input style="width: 50px;" type="text" value="2.5"/></p>	

Figure 5.9 - Modification des données liées à l'élevage -

Autres

Via cette option, vous pouvez changer les valeurs de divers paramètres tels: quantité de *guano* à épandre par hectare, nombre de jours à attendre entre deux coupes de luzerne...

Pumani - Autres paramètres			
Durée d'une journée de travail (h)	9.0	Jours minimums de réserve d'orge	50
Vitesse de marche (km/h)	4.0		
Intervalle entre deux coupes de luzerne (jours)	30	Temps nécessaire pour chercher de l'ichu en dehors de la communauté (jours)	3
Quantité de guano à épandre sur les parcelles de pomme de terre (kg/ha)	1500	<input checked="" type="checkbox"/> Est-il nécessaire de chercher l'ichu hors de la communauté ?	
Rendement de l'orge (t/ha)	2.0	Rendement de l'orge vert (t/ha)	1.3
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annuler"/> <input type="button" value="Aide"/>			

Figure 5.10 - Modification d'autres paramètres -

Lancement et arrêt d'une simulation

Après avoir ouvert une fenêtre de simulation et changé les valeurs par défaut de certains paramètres du modèle, vous pouvez demander l'exécution de la simulation avec la commande Commencer du menu Simulation. Vous pouvez à tout moment exiger l'arrêt de la simulation via l'option Arrêter du menu Simulation et la reprise de la simulation via l'option Commencer du même menu. Lorsque la simulation est arrêtée, vous pouvez modifier de nouveau les paramètres du modèle grâce à

Paramètres du menu Simulation, demander l'affichage des résultats temporaires via l'option Résultats du même menu.

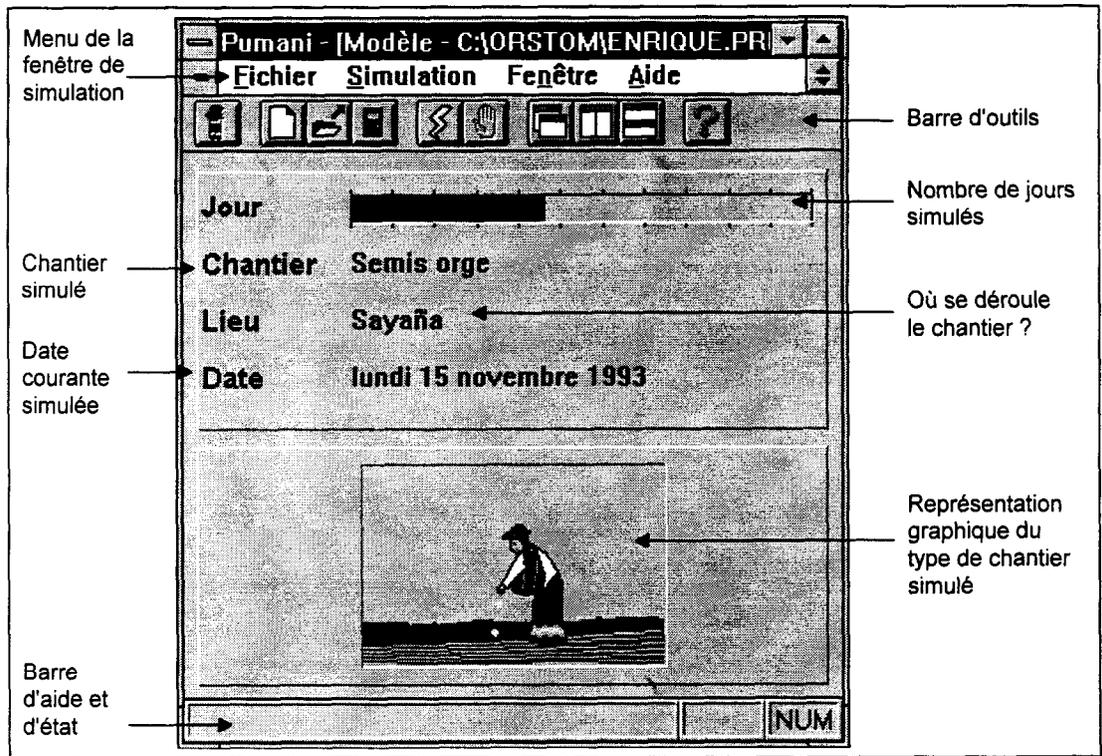


Figure 5.11 - Fenêtre de simulation (simulation stoppée) -

Note : vous pouvez modifier la vitesse de simulation en choisissant la commande Vitesse du menu Simulation.

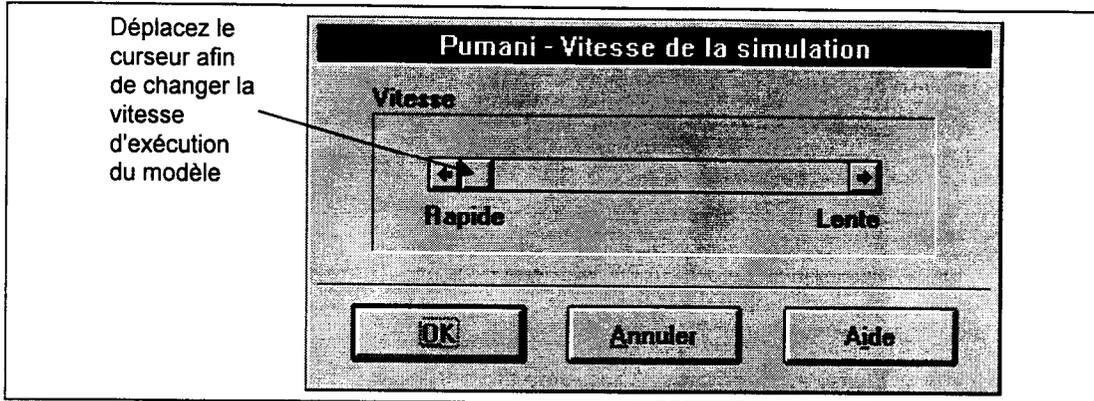


Figure 5.12 - Changement de la vitesse d'exécution d'une simulation

Les résultats

Lorsqu'une simulation s'achève ou bien est arrêtée, vous pouvez demander l'affichage des résultats obtenus par le simulateur. Pumani présente ses résultats sous deux formes différentes :

- 📁 affichage de fichiers textes ;
- 📁 affichage de graphiques prédéfinis.

Résultats sous forme de textes

Pumani sauvegarde les résultats obtenus sous forme de quatre fichiers textes ASCII lisibles par tout éditeur, traitement de texte ou tableur :

- ✓ journal de l'ensemble des activités menées sur l'exploitation chaque jour ;
- ✓ inventaire des données liées à l'élevage tels le régime alimentaire des bovins chaque mois, la durée du pâturage ovin, la production de *guano* ;
- ✓ assolements et productions des cultures ;
- ✓ part du temps mensuel passé sur chaque type de chantier par chaque personne et type de personne.

Important : lors de chaque demande de visualisation des résultats, ces derniers sont remis automatiquement à jour par le logiciel ; ainsi, si vous désirez conserver des résultats intermédiaires, vous devez d'abord les sauvegarder dans de nouveaux fichiers grâce à la commande Sauvegarder sous du menu Fichier.

Journal

Le nom de ce fichier est de la forme « xxxxxdi.res ». Le simulateur y inscrit les activités menées chaque jour sur l'exploitation et leur lieu de déroulement (exemple 6.1). Ce journal peut vous aider à mieux comprendre les autres résultats, plus complexes, présentés par le logiciel.

```
...
3.11.1993
Bovins au piquet
Pâturage ovin minimum
Semis pomme de terre
Aynuqa
Semis orge
Sayaña
Pâturage ovin facultatif
4.11.1993
Bovins au piquet
Pâturage ovin minimum
Semis pomme de terre
Aynuqa
Semis orge
Sayaña
...
```

Exemple 6.1 - Extrait d'un fichier résultat Journal -

Elevage

Le nom de ce fichier est de la forme « xxxxxxan.res ». Il présente la production mensuelle de *guano* par les ovins, le régime alimentaire moyen quotidien et par mois d'un bovin, le temps moyen quotidien et par mois de gardiennage des ovins (exemple 6.2).

Production de guano (kg)				
Mois	Production			
6	18.48			
7	143.22			
8	143.22			

Alimentation quotidienne des bovins (kg)				
Mois	Orge	O.Verde	Ichu	Luzerne
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	4.84	0.00	0.00	0.00
8	5.14	0.00	0.00	0.00

Temps pâturage quotidien des ovins (h)	
Mois	Temps
6	7.00
7	9.32
8	8.42

Exemple 6.2 - Extrait d'un fichier résultat sur l'élevage -

Note : ces résultats sont aussi présentés à l'aide de graphiques. Vous pouvez relire ce fichier à l'aide d'un tableur afin de créer de nouveaux graphiques, d'imprimer des tableaux...

Cultures

Le nom de ce fichier est de la forme « xxxxxxcu.res ». Vous y trouverez les assolements des cultures et les productions obtenues (exemple 6.3).

```

...
Assolement des cultures (Ha)
Sayaña
      Sem.  Réc.  Lab.1 Lab.2
Orge  1.20  1.10
O.Verte  0.65
Luzerne  0.90
Pdt    0.84  0.80  0.85  0.84

Aynuqa1
      Sem.  Réc.  Lab.1 Lab.2
Pdt    0.54  0.40  0.56  0.54

Aynuqa2
      Sem.  Réc.
Orge   0.21  0.21
Quinoa 0.15  0.13

```

Exemple 6.3 - Extrait d'un fichier résultat sur les cultures -

Abréviations :

- ☛ Sem. : semis ;
- ☛ Réc. : récolte ;
- ☛ Lab.1 : labour premier passage de l'araire ;
- ☛ Lab.2 : labour deuxième passage de l'araire.

Note : certains de ces résultats sont aussi présentés à l'aide de graphiques. Vous pouvez relire ce fichier à l'aide d'un tableur afin de créer de nouveaux graphiques, d'imprimer des tableaux...

Activités des personnes

Le nom de ce fichier est de la forme « xxxxxxpe.res ». Des tableaux vous présentent la durée de chaque type de chantier en heures par mois pour chaque type de personne - homme, femme, adolescent, enfant, vieux - et pour chaque personne (exemple 6.4)..

Importance de chaque chantier par personne (h/mois)									
Homme 0									
Mois	Orge	O.Vert	Pdt	Quinoa	Luzerne	Ovins	Bovins	Temps	
6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	8.2	
8	0.0	0.0	39.1	0.0	0.0	0.0	10.7	54.1	

Exemple 6.4 - Extrait fichier résultat sur les personnes -

Note : certains de ces résultats sont aussi présentés à l'aide de graphiques. Vous pouvez relire ce fichier à l'aide d'un tableur afin de créer de nouveaux graphiques, d'imprimer des tableaux...

Fenêtre résultats textes

Les fichiers textes, excepté le journal, sont présentés dans une seule fenêtre où sont associés un éditeur de texte et un onglet permettant de choisir le fichier à éditer (figures 6.1 et 6.2).

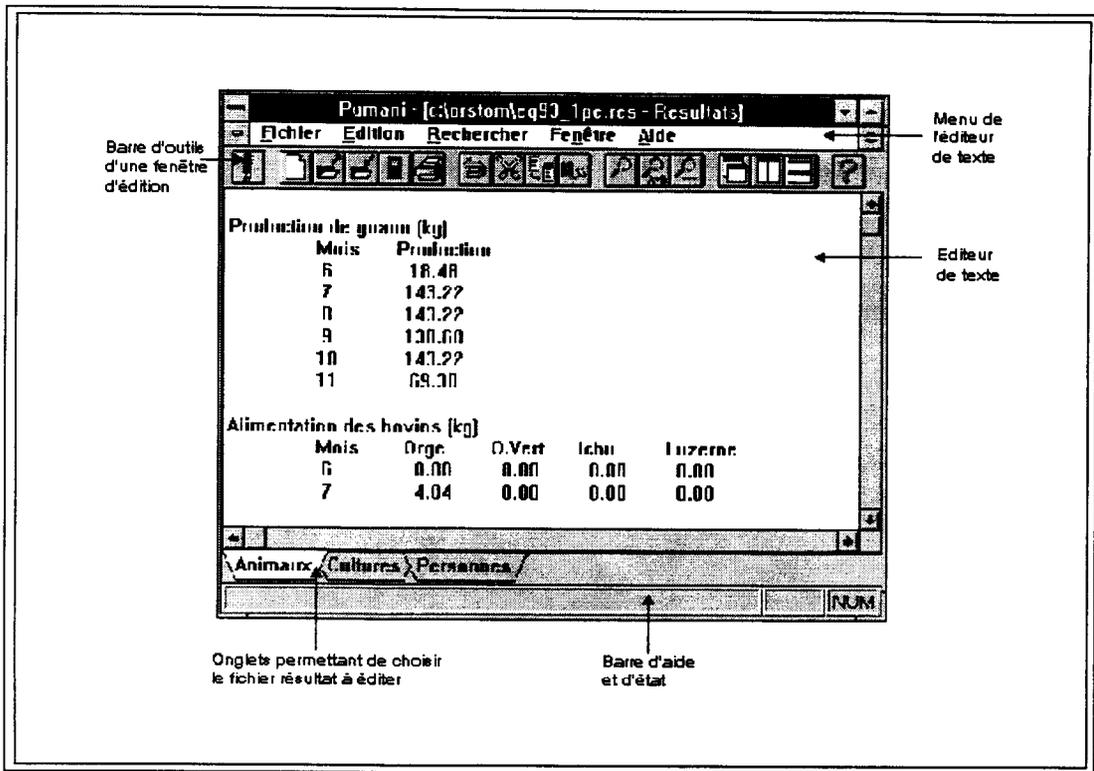


Figure 6.1 - Fenêtre Résultats textes -

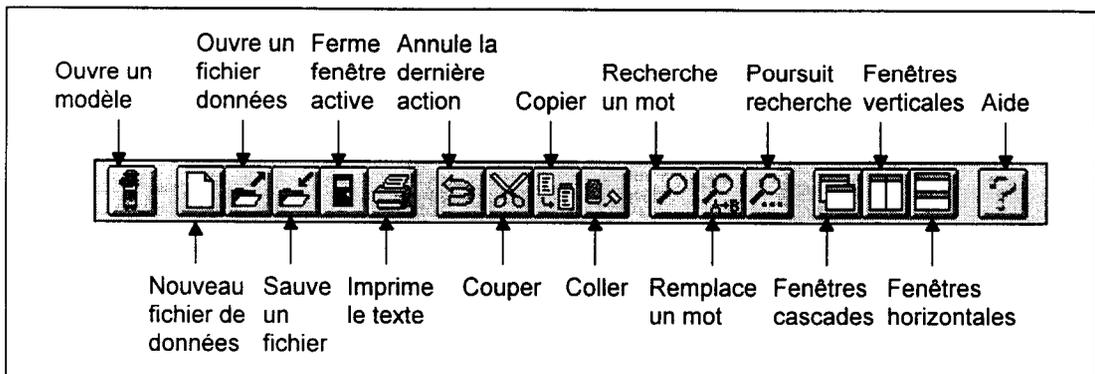


Figure 6.2 - Barre d'outils d'une fenêtre d'édition -

Résultats graphiques

Certains résultats, présentés précédemment, sont repris sous forme de graphiques. Cependant, nous vous conseillons de faire appel à un tableur afin de créer des tableaux et des graphiques personnalisés à partir des fichiers résultats créés par l'application.

Important : Les graphiques peuvent être sauvegardés dans des fichiers de format graphique via l'option **SAUVER** du menu **Fichier** de Pumani. Un fichier de format graphique, propre à Pumani, sera désigné par un nom suivi de l'extension : **.gra**. Pour le récupérer, utilisez l'option **Ouvrir** du menu **Fichier**. Vous pourrez consulter à nouveau ce fichier mais non l'imprimer.

Suggestion : Si vous désirez imprimer un graphique ou modifier sa présentation, nous vous conseillons d'utiliser l'option **Copier** du menu **Edition**, une fois le graphique sur l'écran. Il vous faut ensuite ouvrir un logiciel qui puisse traiter des images en format bitmap par exemple (***.bmp**, comme **WordPerfect**, **QuattroPro**, **Word**, **PaintBrush**, etc...). Vous récupérez enfin le graphique via l'option **Coller** du menu **Edition**. Mais, comme il s'agit maintenant d'une image, vous ne pouvez que faire des retouches et l'imprimer.

Les animaux

Seuls les résultats sur le régime alimentaire des bovins et les temps de gardiennage du troupeau d'ovins sont représentés sous forme de graphes.

Les cultures

Les assolements sont repris sous forme de graphiques. De même, une courbe permet de visualiser l'évolution du stock d'orge foin de l'exploitation au cours de l'année agricole simulée.

Les personnes

Des graphiques présentent, pour chaque type de personne - homme, femme, adolescent, enfant, vieux - et par mois, la part de chaque type de chantier dans le travail effectué.

Fenêtre des graphiques

Présentation

Une seule fenêtre permet d'afficher l'ensemble des graphiques (figures 6.3 et 6.4). Via les options du menu Afficher, vous pouvez choisir les thèmes des graphiques - animaux, cultures, personnes -. Des onglets présents dans la fenêtre même vous permettent de choisir un graphique au sein d'un thème.

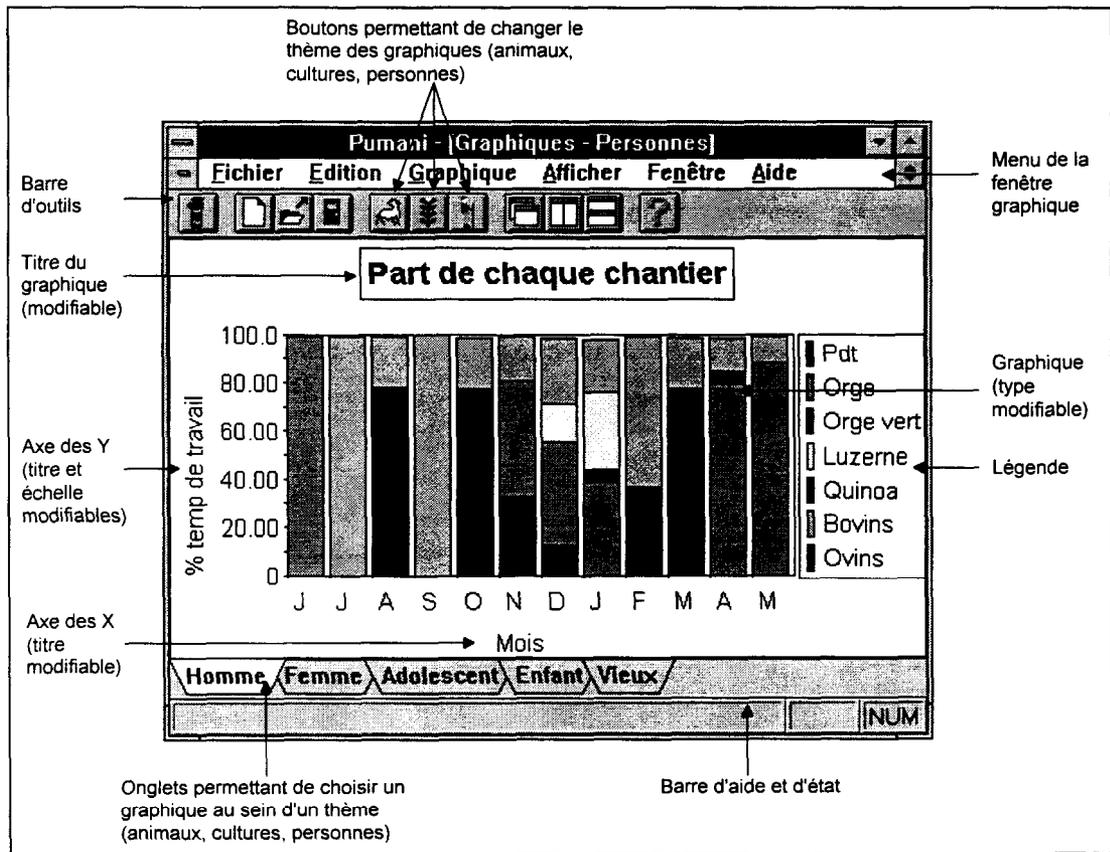


Figure 6.3 - Fenêtre des résultats graphiques -

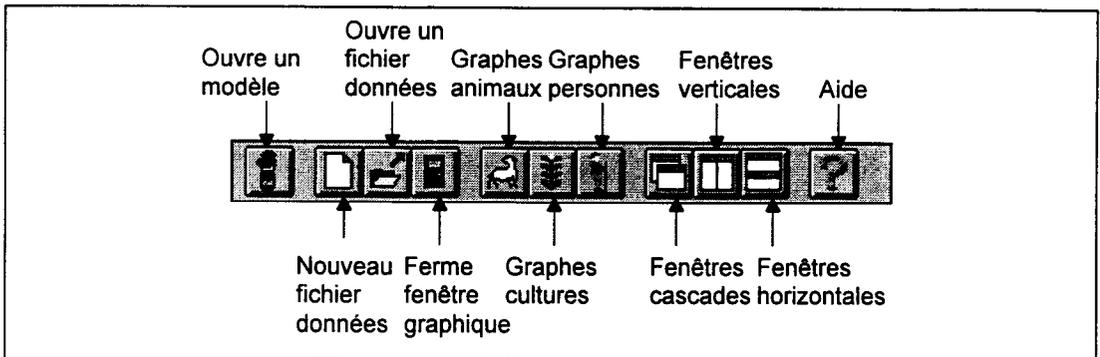


Figure 6.4 - Barre d'outils de la fenêtre graphique -

Modification des graphiques

Vous pouvez modifier la présentation d'un graphique via le menu Graphique :

- ☺ l'option Titre permet de changer le titre du graphique (figure 6.5) ;
- ☺ l'option Axe X permet de changer le titre de l'axe des X ;
- ☺ l'option Axe Y permet de modifier le titre et l'échelle de l'axe des Y (figure 6.6) ;
- ☺ l'option Type de graphique permet de changer le type du graphique - histogramme, camembert, surfaces...- (figure 6.7).

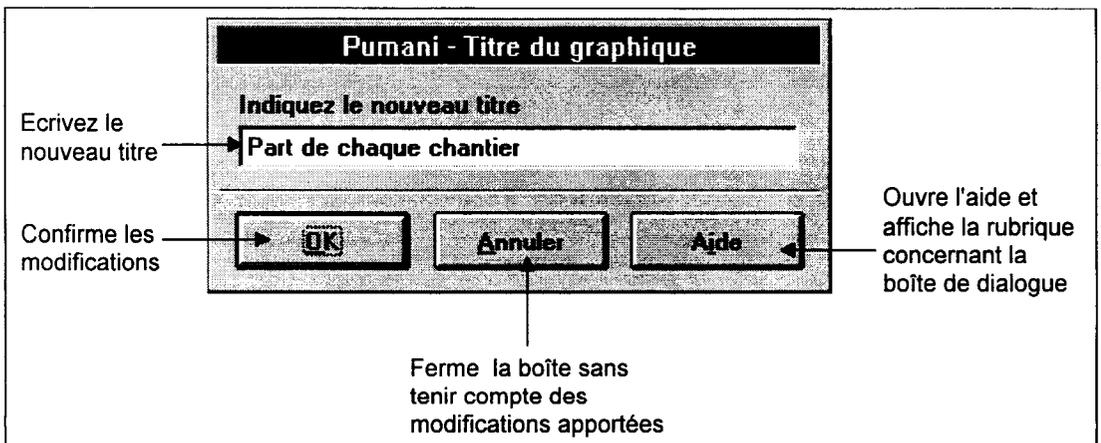


Figure 6.5 - Modification du titre d'un graphique -

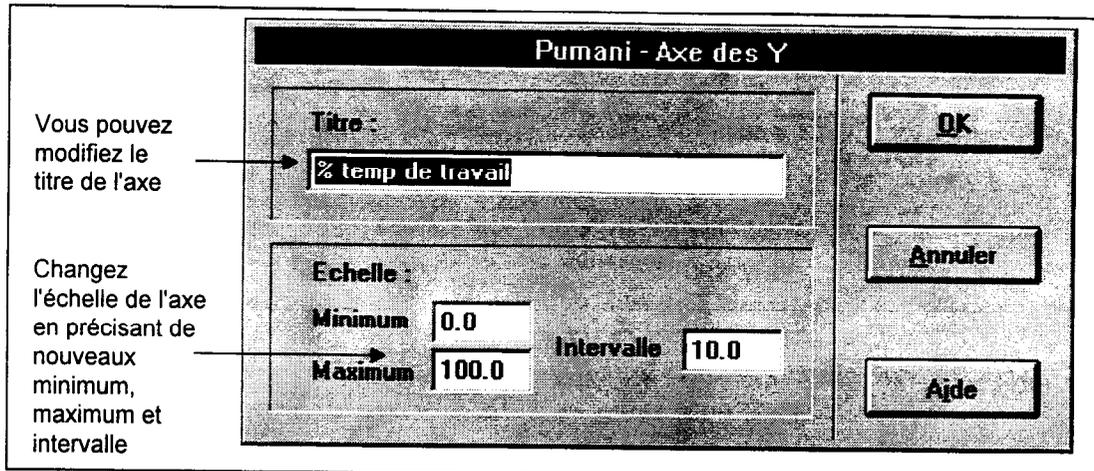


Figure 6.6 - Modification de l'axe des Y d'un graphique -

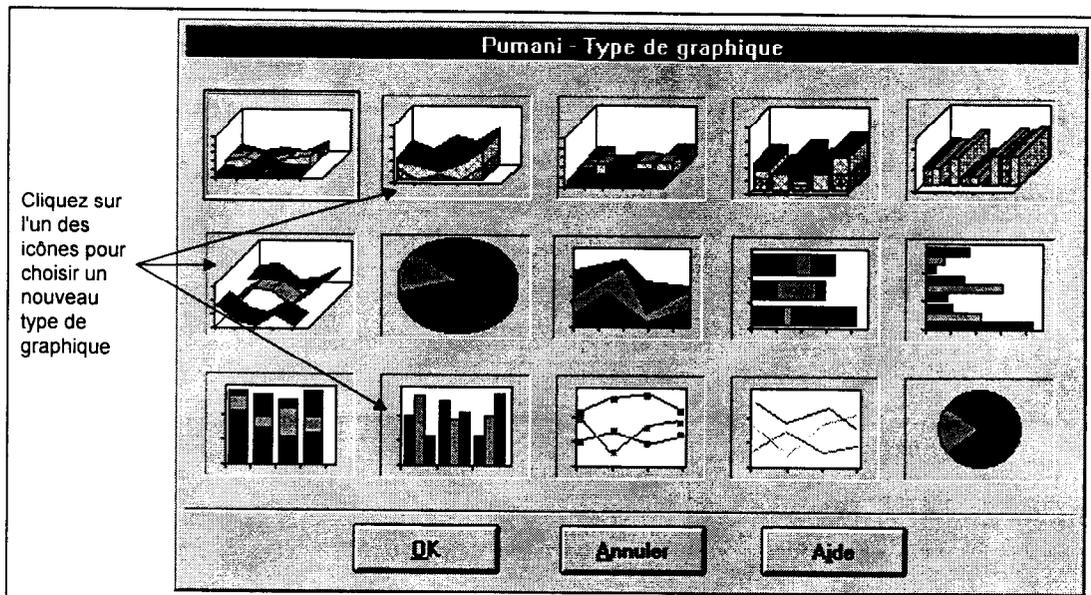


Figure 6.7 - Changer le type d'un graphique -

Utilisation de l'aide

Le logiciel Pumani vous offre la possibilité de faire appel à une aide sous Windows lorsque vous rencontrez des problèmes quant au maniement du logiciel. Cette aide respecte les conventions imposées par Windows. Ce chapitre décrit brièvement son utilisation ; si vous désirez obtenir plus d'informations, reportez-vous à votre manuel d'utilisation de Windows 3.1.

Comment faire appel à l'aide ?

Vous pouvez à tout moment faire appel à l'aide en appuyant sur la touche F1 de votre clavier, une aide contextuelle est alors affichée. Toutefois, d'autres possibilités vous sont offertes :

- ✓ à partir d'une fenêtre de l'application ;
- ✓ à partir d'une boîte de dialogue.

A partir d'une fenêtre de l'application

Un menu Aide, toujours placé à la fin de la barre de menu d'une fenêtre, est mis à votre disposition.

Option du menu	Rôle
Index	Présente le sommaire de l'aide
Contexte	Présente la rubrique de l'aide associée à la fenêtre active - F1
Rechercher	Permet de rechercher une rubrique particulière de l'aide (figure 7.1)
A propos de...	Affiche une boîte de dialogue présentant des informations sur le système et les auteurs du modèle (figure 7.2)

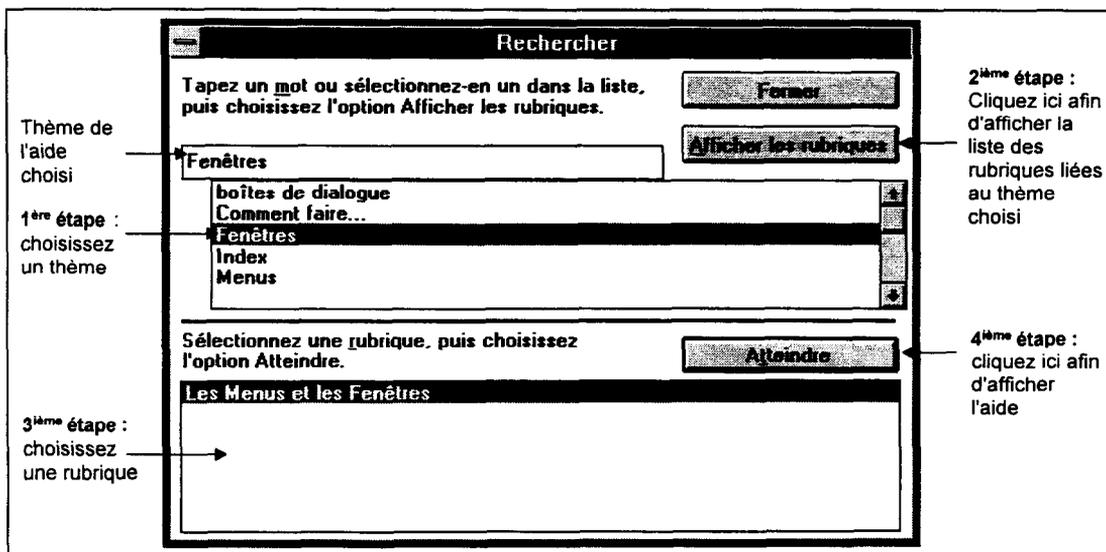


Figure 7.1 - Rechercher une rubrique de l'aide -

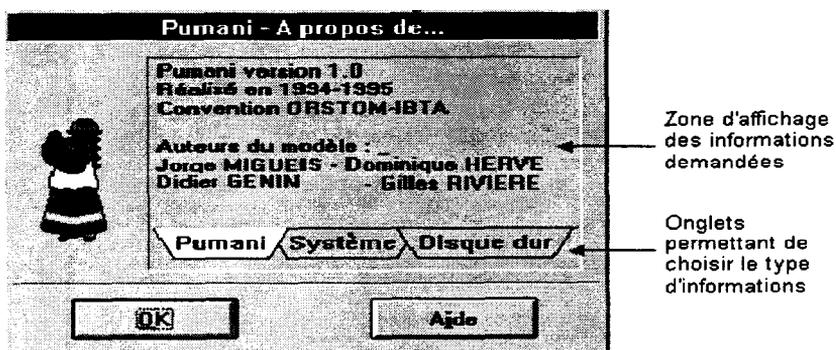


Figure 7.2 - A propos de... -

A partir d'une boîte de dialogue

De nombreuses boîtes de dialogue possèdent un bouton « Aide ». Cliquez sur ce bouton afin d'obtenir une description détaillée de la boîte de dialogue.

La gestion dynamique de l'aide

L'aide sous Windows utilise la notion d'hypertexte. Un hypertexte est un texte dont certains mots sont mis en valeur (couleur, forme...) (figure 7.4). Si un utilisateur clique sur ces termes particuliers alors un autre texte, définissant ou précisant ces termes, apparaît (figure 7.3). Par exemple, dans l'aide de Pumani, si vous cliquez sur le groupe nominal "fichiers modèles", une définition est affichée.

Dans l'aide de Windows les termes d'hypertexte apparaissent en vert, de plus, ils sont soulignés. Il existe deux types de terme d'hypertexte :

- ✓ le souligné est continu ; si l'utilisateur clique sur ce(s) terme(s), le contenu de la fenêtre d'aide est modifié afin d'afficher le texte lié à ce terme (figure 7.4 et 7.5).
- ✓ le souligné est discontinu ; si l'utilisateur clique sur le(s) terme(s), une nouvelle fenêtre apparaît affichant le texte associé, cette fenêtre disparaît s'il y a un nouveau clic (figure 7.3).

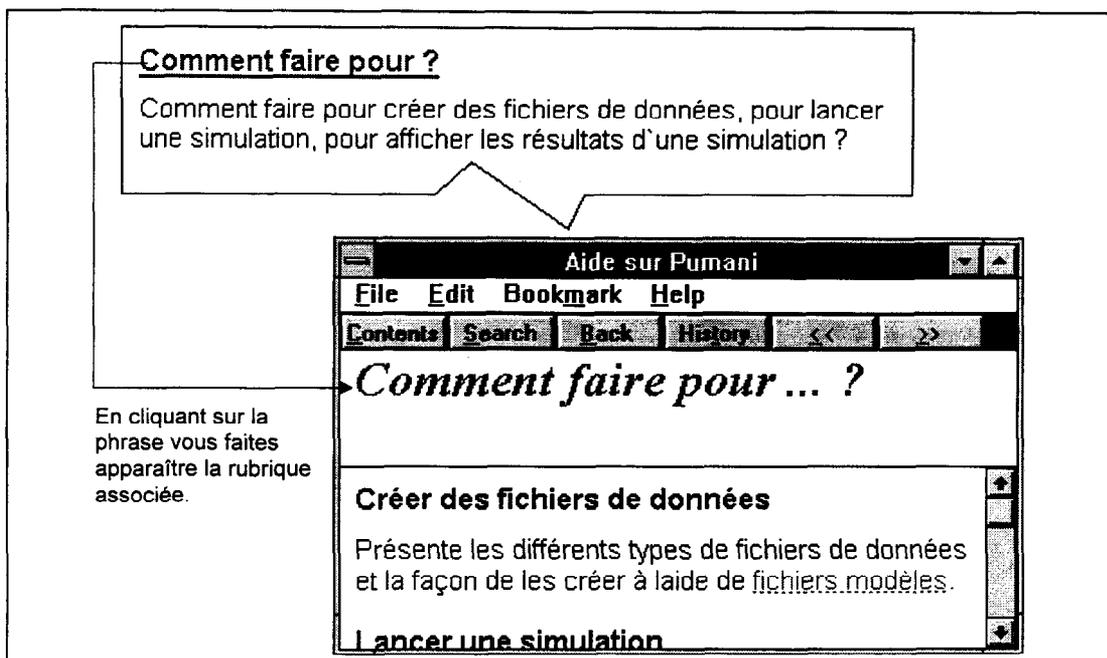
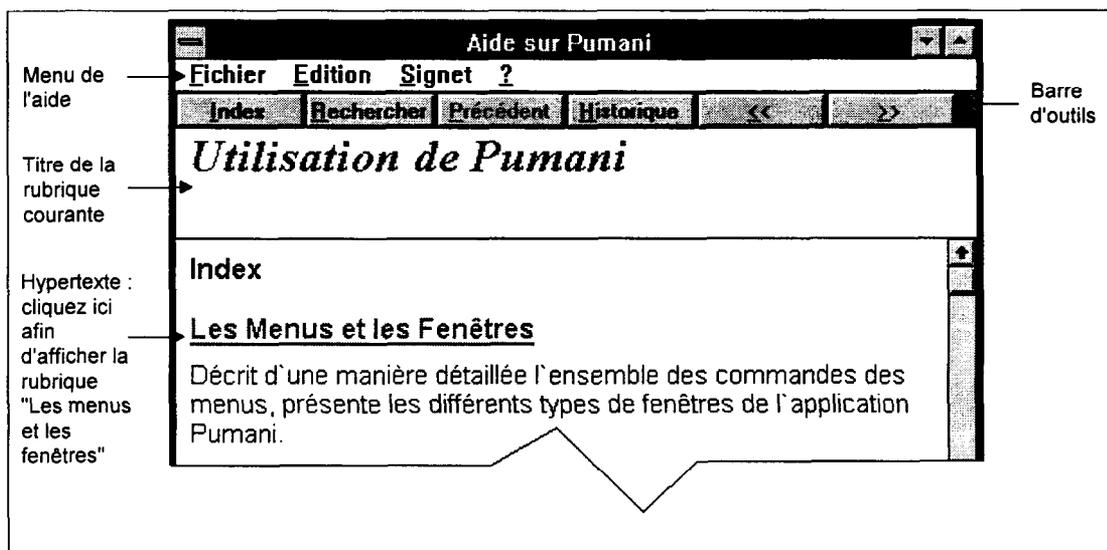
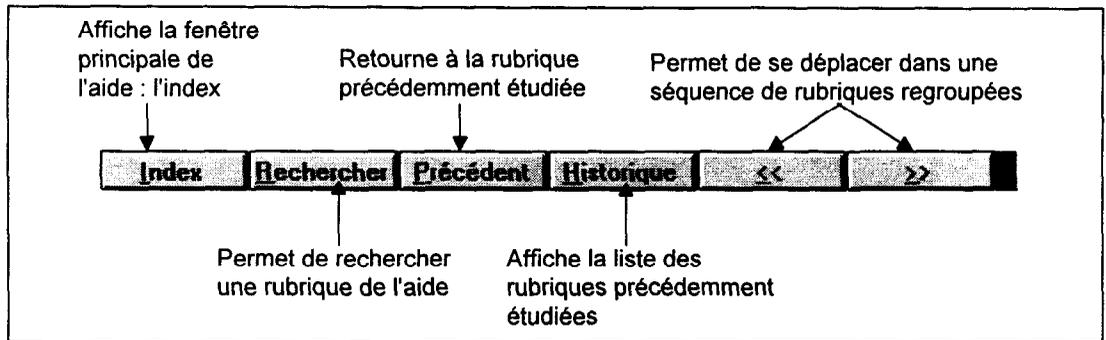


Figure 7.3 - Exemple d'hypertexte -



Exemple 7.4 - Fenêtre d'aide -



Exemple 7.5 - Barre d'outils d'une fenêtre d'aide -

Annexe 1 - La boucle principale

Cette boucle principale permet de gérer les problèmes de conflit pour l'affectation de ressources dans les différents chantiers.

Définissez dans la boucle au maximum 25 périodes qui se succèdent dans le temps entre le premier jour et le dernier jour de simulation.

Chaque période est constituée par :

- la date du premier jour de la période,
- le nombre minimum d'activités qui seront simulées,
- les chantiers énumérés suivant l'ordre dans lesquels ils seront exécutés (pas plus de 18 chantiers).

La fin de chaque période est fixée par le début de la période suivante. Ces dates correspondent aux dates extrêmes de labour, semis ou récolte des différentes cultures, références locales connues des agriculteurs et certaines décidées collectivement. On sait que semer en dehors de tel intervalle de temps est plus risqué. Les dates de semis et de récolte d'orge sont plus variables puisqu'elles dépendent en partie d'un plan prévisionnel de l'agriculteur pour l'affouragement en vert.

C'est une des raisons pour laquelle la boucle principale du modèle n'est pas fixée définitivement pour tous mais, au contraire, elle est paramétrable.

Note : Lors de la création du fichier principal, vous trouverez une boucle définie par défaut.

Annexe 2 - Charges sociales et fêtes

Pasante¹ Uma Misa	Fête de l'eau (<i>uma misa</i>) célébrée sur l' <i>Uywiri</i> ² de l' <i>aynuqa</i> en tête de rotation, 8 jours après "Conception" (mi-décembre). Code : 1
Pasante Fête 1 Février	Fête destinée à remercier la <i>Pachamama</i> (divinité de la terre) célébrée sur l' <i>Uywiri</i> de l' <i>aynuqa</i> en tête de rotation. Code : 2
Pasante Santa Rosa	Fête principale de la communauté le 30 août (saint patron de la communauté). Code : 3
Pasante Pentecôte	Fête du lundi de pentecôte presque abandonnée. Code : 4
Pasante Chandeleur	Fête presque abandonnée. Code : 5
Membre du sindicato agrario	Le <i>sindicato agrario</i> est l'assemblée des autorités traditionnelles composée de 12 membres renouvelés chaque année. Ces charges sont hiérarchisées. Tout individu doit au cours de son existence parcourir un cursus ascendant qui assure sa socialisation, l'acquisition de prestige et lui donne un droit d'accès aux ressources de la communauté (terre, eau, bois, sable, etc.). L'assemblée a le rôle de médiateur, une fonction surtout politico-administrative et aussi religieuse. L'autorité principale est le secrétaire général. Code : 6
Econome de l'église	Marguillier Code : 7
Pasante fête des rois	Code : 8

¹ Personne chargée de l'organisation et du financement d'une fête.

² Lieu-dit de la divinité de l'*aynuqa*.

.....

Le modèle tient aussi compte des jours chômés : 1 janvier, 1 août (rituel divinité tutélaire), 6 août (fête nationale bolivienne), 17 octobre (fête du canton), 1 et 2 novembre (Toussaint), 30 novembre (saint André), 25 décembre (Noël).

Annexe 3 - Les messages

Date en dehors de l'année simulée	La simulation est bornée par deux dates : début et fin (cf. "création et modification des fichiers des données -fichier principal"). Vous avez indiqué une date qui est en dehors de ces bornes.
Date erronée	Vous avez indiqué une date impossible. Exemples: 29.2.1995 ou 31.6.1995 ou 15.13.1995
Un jour dure plus de 24 heures?	Une journée dure au maximum 24 heures. Vous avez indiqué une durée supérieure à cette limite.
Fichier incomplet ou ligne erronée	Votre fichier de données climatiques ou de coefficients culturaux est incomplet, le format des données est incorrect ou il manque une donnée ou bien il y a un problème d'année bissextile -vous avez rentré des données climatiques pour 365 jours alors que votre fichier correspond normalement à une année bissextile de 366 jours (cf. les années simulées)-, vous devez vérifier les fichiers et les années associées.
Fichier introuvable	Le fichier que vous avez indiqué est introuvable. Peut-être vous-êtes vous trompé de répertoire, d'unité ou vous avez commis une faute d'orthographe dans le nom du fichier.
Nom du fichier absent	Le logiciel attend le nom et la localisation d'un fichier et vous n'avez rien écrit.
Premier jour postérieur au dernier jour	Pour définir une période, vous devez préciser le premier jour puis le dernier jour la limitant et enfin le nombre d'heures disponibles pour le travail. Vous avez peut-être inversé les limites. Exemple: 20.2.1994, 12.2.1994, 5 au lieu de 12.2.1994, 20.2.1994, 5
Sexe inconnu	Le sexe d'un animal est codé de la manière suivante: "F" pour les femelles et "M" pour les mâles. Le message "sexe inconnu" apparaît lorsque le logiciel lit une valeur différente des deux valeurs citées.

-
- Superficie labourée supérieure à la superficie du terrain** L'agriculteur ne peut labourer plus de terres qu'il n'en possède. Vous avez commis une erreur soit au niveau de la ligne mentionnée soit dans la section SURFACES AYNUQA ou SURFACES SAYAÑA associée.
- Superficie second passage supérieure à la superficie premier passage** Vous avez indiqué une superficie labourée lors d'un second passage de l'aire supérieure à la superficie labourée lors du premier passage, ce qui est impossible. Vous avez sans doute commis une erreur au niveau de la ligne correspondante dans la section SUPERFICIES LABOUR PREMIER PASSAGE.
- Valeur absente ou format erroné** Vous avez oublié de donner une valeur ou bien la valeur est indiquée dans un format différent du format attendu.
- Exemples : 12/06/95 au lieu de 12.6.95 (date)
- 0,5 au lieu de 0.5 (nombre).
- Valeur improbable** Vous avez indiqué une valeur qui semble être en dehors des valeurs communes dans la communauté de Pumani. Il s'agit peut-être d'une erreur. Vérifiez la valeur et son unité.
- Valeur négative** Vous avez indiqué une valeur négative alors que le logiciel attend une valeur positive ou nulle.

Annexe 4 - Bibliographie sélectionnée concernant la communauté de Pumani

ANGULO (O.), 1993.- Factores que influyen en la roturación de las tierras en descanso en las aynuqas de la comunidad de Pumani. La Paz, ORSTOM-IBTA, **Informe ORSTOM N° 36**, 85 p.

BRUGIONI (I.), 1991.- Etude du système de décision des agriculteurs d'un village de l'altiplano bolivien pour le travail du sol de la jachère précédant la culture de pomme de terre. Mémoire Ing. Agr. INAPG "Sciences et techniques des productions végétales", Paris, ORSTOM-INAPG, 169 p.

BRUGIONI (I.), 1992.- Determinantes de la roturación del descanso para la siembra de papa en una comunidad del altiplano central boliviano. La Paz, ORSTOM-IBTA, **Informe ORSTOM N° 31**, 69p.

ESPRELLA (R.), HERVE (D.), FRANCO (J.), 1994.- Control del nemátodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) con descanso largo manejado comunalmente. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, seminario internacional, 27-29/09/93, La Paz, IBTA-ORSTOM, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 175-183.

FERNANDEZ (J.), 1994.- Calendarios forrajeros y practicas ganaderas en una comunidad agropastoril del altiplano central boliviano. Tesis de grado Ing. Agr., UMSA, La Paz, 107 p.

FERNANDEZ (J.), GENIN (D.), 1993.- Sistemas de crianza bovina en una comunidad agropastoril del altiplano central boliviano. In: **Vías de intensificación de la ganadería bovina en el altiplano boliviano**, La Paz, ORSTOM-DANCHURCHAD, D. Hervé & A. Rojas eds., pp. 9-11.

GENIN (D.), FERNANDEZ (J.), 1994.- Uso pastoril de las tierras en descanso en una comunidad agropastoril del altiplano boliviano. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, ORSTOM-IBTA, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 201-213.

GENIN (D.), HERVE (D.), RIVIERE (G.), 1994.- Reproduction des systèmes de culture à jachère longue pâturée dans les Andes : un enjeu technique et socio-culturel. In: **XIII Symposium International Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural**, 21-25/11/1994, Montpellier, France, CIRAD, pp. 466-470.

GENIN (D.), HERVE (D.), RIVIERE (G.), 1995.- Relation société environnement : la reproduction des systèmes de culture à jachère longue pâturée dans les Andes. **Les Cahiers de la Recherche Développement**, 41, pp. 20-30.

GENIN (D.), HERVE (D.), RIVIERE (G.), 1995.- Reproducción de los sistemas de cultivo de barbecho de larga duración en los Andes: un desafío técnico y socio-cultural. In: **Investigación con enfoque de sistemas en la agricultura y el desarrollo rural**, J. Berdegú & E. Ramírez (comp.), Santiago, Chile, RIMISP, 193-202.

HERVE (D.), 1993.- Evolution de la pratique de la jachère longue pâturée dans les Andes. In: **La jachère en Afrique de l'Ouest**, atelier international 2-5/12/91, Ch. Floret et G. Serpantié eds., Montpellier, France, Colloques et séminaires ORSTOM, pp. 193-206.

HERVE (D.), 1994.- Desarrollo sostenible en los Andes Altos: los sistemas de cultivos con descanso largo pastoreado. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, IBTA-ORSTOM, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 15-36.

HERVE (D.), 1994.- Rotation collective et mise en place individuelle de l'assolement dans les Andes. In: **XIII Symposium International Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural**, 21-5/11/1994, Montpellier, France, CIRAD, pp. 286-288.

HERVE (D.), 1994.- Respuestas de los componentes de la fertilidad del suelo a la duración del descanso. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, ORSTOM-IBTA, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 155-169.

HERVE (D.), CONDORI (D.), BRUGIONI (I.), FERNANDEZ (G.), 1994.- Decisiones de labranza, consecuencias sobre el suelo y los cultivos. Problemática del altiplano boliviano. Cochabamba, **Revista de Agricultura**, Año 50, N° 24: 12-22.

HERVE (D.), GENIN (D.), RIVIERE (G.) eds., 1994.- **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**. La Paz, ORSTOM-IBTA, 356 p.

HERVE (D.), POZO (E.), ANGULO (O.), 1992.- Determinantes de los sistemas de cultivo a secano en comunidades originarias. In: **Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos**, 4-8/02/91, La Paz, IBTA-ORSTOM-CIID, D. Morales y J.J. Vacher eds., pp. 395-402.

HERVE (D.), RIVIERE (G.), PACHECO (L.), 1995.- Communities and collective usage of land resources in the Andes. V **Common Property Conference IASCP "Reinventing the Commons"**, Bodo, Norway, 24-28/05/95, 12 p.

MIGUEIS (J.), HERVE (D.), GENIN (G.), RIVIERE (G.), 1996.- Usage des ressources, fonctionnement d'exploitations agropastorales ; des modèles pluridisciplinaires renouvelables?. In **Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement**, Paris, CNRS, Journées des 15-17/01/1996, pp.126-132.

PACHECO L., 1994.- El sistema de *aynuqa* en Pumani. Dinámicas y tendencias. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, IBTA-ORSTOM, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 271-289.

POZO (E.), HERVE (D.), 1992.- Evaluación productiva de dos sistemas de cultivo de papa en una *aynoka* de la comunidad de Pumani, Altiplano central de Bolivia. Cochabamba, **Revista de Agricultura**, Año 49, N° 20: 25-33.

RIVIERE (G.), 1994.- Cultura y cultivos. El sistema de *aynuqa*: memoria e historia de la comunidad (comunidades *aymara* del altiplano boliviano). In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, IBTA-ORSTOM, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp.89-105.

RIVIERE (G.), PACHECO (L.), HERVE (D.), 1996.- Espaces, droits et jachères dans une communauté *aymara* des hauts-plateaux boliviens. Paris, **JATBA**, Vol. XXXVIII (1) : 83-104.

SIVILA de CARY (R.), HERVE (D.), 1994.- La actividad microbiológica del suelo, indicador de una restauración de la fertilidad. In: **Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes**, 27-29/09/93, La Paz, IBTA-ORSTOM, D. Hervé, D. Genin, G. Rivière eds., pp. 185-197.

Index

Achat et vente

Bovins 12

Adolescents

Critère 7

Aide

Chapitre 65-69

Comment y faire appel? 65

Dans une boîte de dialogue 67

Gestion-lecture 67

Alimentation

Bovins 11

Ovins 12

Animaux

Description 7

Modifier paramètres 51

Application MDI

Définition 6

Priorités aynuqa/sayaña 49

Barres d'outils

Editeur de texte 42

Editeur de résultats textes 55

Fenêtre d'aide 65

Fenêtre graphique 62

Fenêtre message 45

Besoins informatiques

Installation logiciel 2

Boîtes de dialogue

A propos de... 66

Aide - Rechercher 66

Animaux 51

Autres 52

Axe de Y 64

Configuration Pumani 23

Nouveau 19, 25

Ouvrir 20, 40, 41

Paramètres 46

Priorités topographiques 50

Sauvegarder sous 26

Temps minimums 48

Titre du graphique 63

Type de graphique 64

Vitesse de la simulation 54

Vitesses de travail 47

Bovins

Achat et vente 12

Modifier régime alimentaire 51

Régime alimentaire 11

Buttage pomme de terre

Précipitations 15

Climat

Gelées 13

Rendements des cultures 14

Travaux agricoles 15

Comment

Afficher les résultats 22, 55
Appeler l'aide 65
Arrêter une simulation 22, 52
Changer les paramètres 20, 46
Créer des fichiers de données 18, 25
Débuter 1
Lancer une simulation 20, 44
Lire et modifier les données 41
Modifier un graphique 63

Communauté

Description 5
Gestion des terres 6
Vie sociale 6

Configuration du logiciel

Changer 23
Le répertoire de travail 23
Le répertoire d'installation 24
Le tableur 23

Conventions

Notes 1
Typographie 1

Copyright

Avertissement 3

**Création et modification de
fichiers de données**

Chapitre 25-43
Présentation rapide 16

Cumbre

Définition 6
Influence sur températures 14
Priorités topographiques 50

Editeur de texte

Description 42

Enfants

Critère 7

ETR

Calcul 14
Rendements des cultures 14

Exploitation

Animaux 7
Description 7
Famille 7
Matériel 7

Femmes

Critère 7

Fenêtres

Application MDI 16
Editeur de texte 16,42
Editeur des résultats textes 15, 60
Editeur graphique 16, 62
Fenêtre de l'aide 68
Fenêtre message 16, 45
Fenêtre simulation 16, 53

Fichier calendrier

Description 38
Section Jours de la semaine 38
Section Jours particuliers 39
Section Par défaut 38
Section Périodes 38

Fichier climat

Création 40
Description 40

Fichier Exploitation

- Description 29
- Section Ages des bovins 31
- Section Animaux 30
- Section Calendrier 32
- Section Charge sociale 31
- Section Distances 32
- Section Exploitation 29
- Section Jours de la semaine 38
- Section Matériel 31
- Section Personnes 30
- Section Stocks 37
- Section Superficies 33

Fichier Principal

- Description 26
- Section Fêtes 28
- Section Jours 27
- Section Résultats 28

Fichiers de données

- Analyse 44
- Création 18, 25
- Editeur de texte 42
- Fichier calendrier 19, 38
- Fichier climat 19, 40
- Fichier exploitation 19, 29
- Fichier principal 19, 25
- Format 39
- Le tableur 23
- Lire et modifier 41
- Ouverture 41
- Sauvegarde 41
- Section Ages des bovins 31
- Section Animaux 30
- Section Calendrier 32
- Section Charge Sociale 31
- Section Distances 32
- Section Exploitation 29
- Section Fêtes 28
- Section Fichiers 26

- Section Jours 27
- Section Jours de la semaine 38
- Section Jours particuliers 39
- Section Matériel 31
- Section Par défaut 38
- Section Périodes 38
- Section Personnes 30
- Section Résultats 28
- Section Stocks 37
- Section Superficies 33

Fichiers modèles

- Définition 25

Graphiques

- Copier 61
- Modifier 63
- Sauvegarder 61

Guano

- Définition 8
- Transport 11

Gelées

- Influence sur cultures 13

Hommes

- Critère 7

Ichu

- Obtention 12

Installation du logiciel

- Description 2

Jachère

- Communauté 5

Labours

- Description 8
- Précipitations 15

Ladera

- Définition 6
- Influence sur températures 14
- Priorités topographiques 50

Lancement d'une simulation

- Chapitre 44-54
- Modalité de lancement 52

Luzerne

- Coupes 10

Matériel agricole

- Description 7

Menu Afficher

- Axe X 63
- Axe Y 63
- Titre 63
- Type de graphique 64

Menu Aide

- A propos de... 66
- Contexte 65
- Index 65
- Rechercher 65

Menu Edition

- Copier un graphique 61

Menu Fichier

- Modèle 20, 41
- Nouvelles données 19, 25, 41, 41
- Ouvrir 41
- Sauvegarder 26, 41
- Sauvegarder sous 26, 41, 55

Menu Simulation

- Arrêter 22,52
- Commencer 20,52
- Paramètres 20, 44, 53

- Résultats 22, 53, 55
- Vitesse 54

Modèle

- Animaux 7
- Aynuqa 6
- Chapitre 5-15
- Climat 13
- Communauté 5
- Exploitation agricole 7
- Jachère 6
- Rotation 6
- Sayaña 6
- Terres 6
- Types de personne 7
- Vie sociale 6

Orge

- Récolte 9
- Semis 9

Orge verte

- Récolte 10

Ovins

- Pâturage 12

Pampa

- Définition 6
- Influence sur températures 14
- Priorités topographiques 50

Paramètres d'une simulation

- Animaux 51
- Autres - divers 52
- Modifier 20, 46
- Priorités aynuqa/sayaña
- Temps minimums 48
- Vitesses des travaux 47

Pâturage des ovins

Description 12

Pomme de terre

Buttage 9

Gelées 13

Récolte 9

Semis - Plantation 8

Précipitations

Influence sur travaux 15

Quinoa

Gelées 13

Récolte 10

Semis 10

Récolte

Luzerne 10

Orge 9

Orge verte 10

Pomme de terre 9

Quinoa 10

Rendements des cultures

Calcul 14

Influence du climat 14

Répertoire d'installation

Configuration 23

Répertoire de travail

Configuration 23

Définition 23

Résultats

Activités des personnes 59

Chapitre 55 - 64

Cultures 58

Demander l'affichage 22, 53

Editeur des résultats textes 55

Elevage - Animaux 51

Format des fichiers 55

Journal 56

Présentation rapide 16

Résultats graphiques 61

Textes - présentation 55

Sayaña

Définition 6

Priorités aynuqa/sayaña 49

Sections

Section Ages des bovins 31

Section Animaux 30

Section Calendrier 32

Section Charge sociale 31

Section Distances 32

Section Exploitation 29

Section Fêtes 28

Section Fichiers 26

Section Jours 27

Section Jours de la semaine 38

Section Jours particuliers 39

Section Matériel 31

Section Par défaut 38

Section Périodes 38

Section Personnes 30

Section Résultats 28

Section Stocks 37

Sections Superficies 33

Semis

Orge 9

Influence des précipitations 15

Pomme de terre 8

Quinoa 10

Simulation

Afficher les résultats 21, 49

Arrêt 21, 49

Chapitre 41 - 51

Lancer 19, 49

Logiciel bridé 16

- Modifier les paramètres 43
 - Ouvrir des fichiers de données 41
 - Vitesse d'exécution 51
- Terres**
- Gestion 6
- Topographie**
- Description 6
 - Priorités topographiques 50
- Travaux agricoles**
- Bovins au piquet 10
 - Buttage pomme de terre 8
 - Chercher ichu 11
 - Coupes luzerne 10
 - Description 7
 - Implantation pomme de terre 8
 - Influence du climat 14
 - Labours 7
 - Pâturage des ovins 11
 - Priorités aynuqa/sayaña 46
 - Récolte orge 9
 - Récolte orge verte 9
 - Récolte pomme de terre 8
 - Récolte quinoa 9
 - Semis d'orge 8
 - Semis quinoa 9
 - Temps minimums 45
 - Transport guano 10
 - Vitesses d'exécution 44
- Types de personne**
- Description 7
- Vente et achat**
- Bovins 12
- Vie sociale**
- Communauté 6
- Vieux**
- Critère 7