



MICROSIMULATION DE L'IMPACT DE LA HAUSSE DES PRIX SUR LA POPULATION EN MAURITANIE

Mars 2023

Table des matières

ACRONYMES ET ABREVIATIONS	2
I. INTRODUCTION	3
II. ETAT DE LA PAUVRETE ET DE LA VULNERABILITE EN MAURITANIE.....	5
III. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET CHAMP D'ANALYSE.....	9
IV. DONNEES UTILISEES	17
V. RESULTATS DES MICROSIMULATIONS	20
VI. COUTS DES MESURES D'ATTENUATION DE LA CRISE	23
VII. CONCLUSION	25
BIBLIOGRAPHIE.....	26
ANNEXE 1:CODES DU MODELE DANS R	27
ANNEXE 2: RESULTATS DETAILLES	43

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ANSADE	Agence Nationale de la Statistique et de l'Analyse Démographique et Economique
BAD	Banque Africaine de Développement
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
CRENAM	Centre de Récupération Nutritionnelle Ambulatoire pour Modérée
CSA	Commissariat à la Sécurité Alimentaire
DPBMT	Document de Programmation Budgétaire à Moyen Terme
EDSM	Enquête Démographique et de Santé de Mauritanie
EPCV	Enquête Permanente sur les Conditions de Vie des Ménages
MAG	Malnutrition Aigue Globale
MASEF	Ministère des Affaires Sociales, Enfance et Famille
MRU	Unité Monétaire, Nouvele Ouguiya
PIB	Produit Intérieur Brut
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SMART	Standardized Monitoring and Assessment of Relief and Transitions
TBN	Taux Brut de Natalité
TDR	Termes de Référence
USD	United States Dollar/ Dollar des Etats-Unis

I. INTRODUCTION

1.1. Contexte

1. La Mauritanie, comme tous les pays au monde, subit les conséquences du conflit en Ukraine. Dans son rapport *Perspectives économiques en Afrique en 2022*, publié à l'occasion des Assemblées annuelles de la BAD, à Accra, en mai 2022, l'institution prévient que « le continent Africain risque de plonger dans la stagflation, une combinaison de croissance lente et d'inflation élevée ». La publication des Perspectives économiques en Afrique 2022 intervient dans le contexte de deux crises mondiales majeures : la pandémie persistante de la Covid-19 et le conflit russo-ukrainien.

2. La BAD note que des chaînes d'approvisionnement, principalement dans les secteurs de l'agriculture, des engrais et de l'énergie, à la suite du conflit russo-ukrainien et des sanctions correspondantes sur le commerce avec la Russie ont fait pencher la balance des risques pesant sur les perspectives économiques de l'Afrique vers le bas.

3. Selon la BAD, ***les populations vulnérables, en particulier dans les zones urbaines, supporteront le plus le fardeau de la hausse des prix des denrées alimentaires et de l'énergie, et en l'absence de mesures pour amortir cet impact, cette hausse pourrait attiser la grogne populaire à travers le continent.***

4. La guerre en Ukraine a des effets très néfastes sur la hausse des prix en Mauritanie. Au cours de l'année 2022, l'inflation a dépassé le niveau de 10% en Mauritanie, contre un niveau de 3,8% en 2021. La guerre empêche l'Ukraine d'exporter son blé et donc approvisionner le marché mondial. Il est attendu également qu'il y ait une répercussion directe sur les prix du gaz et du gasoil étant donné le rang de la Russie dans le secteur-clé des hydrocarbures. Par ailleurs, il y aura sûrement un effet d'entraînement (boule de neige) sur tous les autres prix dans le commerce international, notamment à cause du renchérissement des transports internationaux, des denrées de nécessité vitale, etc.

5. Il faut s'attendre donc à de grands bouleversements comme ceux occasionnés par la pandémie COVID-19. Tout dépendra de la façon dont le Gouvernement réagira face à une situation qui risque d'impacter négativement la vie des populations. Face à ces risques, Il importe par conséquent d'analyser minutieusement l'impact probable de ces crises sur les ménages mauritaniens, particulièrement les plus vulnérables, et pas seulement sur les agrégats macroéconomiques, afin d'éclairer le Gouvernement sur les mesures possibles. C'est en connaissant précisément l'impact potentiel de ces crises sur les ménages mauritaniens que l'on peut de façon préventive prendre les mesures idoines.

6. La BAD poursuit en notant : « Pour ce faire, les pays africains doivent donc organiser d'urgence une réponse politique contracyclique, par exemple des subventions pour atténuer l'impact de la hausse des coûts des denrées alimentaires et de l'énergie. Or, dans de nombreux pays africains, la marge de manœuvre budgétaire reste limitée par les effets de la pandémie. Les revenus des gouvernements n'ont pas renoué avec les niveaux d'avant la crise, et la pression sur les dépenses reste élevée ».

7. Ce diagnostic de la BAD justifie le focus de cette mission, à savoir l'analyse de l'espace budgétaire pour faire face aux crises en cours, et la simulation de l'impact de la crise ukrainienne sur la population mauritanienne. Tout cela devrait aider le Gouvernement à mieux faire face à ces crises à répétition.

1.2. Objectif de la mission

8. Conformément aux termes de référence : « la guerre entre la Russie et l'Ukraine avec l'inflation qu'elle engendre a des conséquences néfastes sur les populations vulnérables... Si cette guerre continue, le nombre de personnes devant être couvertes par les services de protection sociale y compris la sécurité alimentaire et la nutrition pourraient s'accroître. La question se pose alors de savoir si le Gouvernement dispose de l'espace budgétaire nécessaire pour faire face à l'accroissement de la population touchée par cette double crise. »

9. L'objectif de cette mission consiste ainsi à estimer l'impact de cette crise mondiale sur les services de protection sociale, la sécurité alimentaire et la nutrition en Mauritanie. Il s'agit de voir comment la guerre russo-ukrainienne impacte les individus (niveau microéconomique) dans ces domaines, et non pas uniquement sur les agrégats macroéconomiques.

1.3. Structuration du rapport

10. Le rapport se subdivise en quatre (04) grandes parties.

- La situation de la pauvreté et de la vulnérabilité en Mauritanie sera décrite, mettant en exergue le degré de vulnérabilité des Mauritaniens aux chocs, et aussi les réponses que le gouvernement apporte déjà en la matière ;
- L'approche méthodologique sera ensuite déclinée, de même que le modèle utilisé, ainsi que la justification de ce choix ;
- Les données utilisées seront aussi présentées, ainsi que leur source. De même, le champ de l'analyse sera délimité ;
- Les principaux résultats obtenus seront présentés, faisant ressortir, à travers plusieurs scénarii, l'impact de la crise et les réponses possibles.

II. ETAT DE LA PAUVRETE ET DE LA VULNERABILITE EN MAURITANIE

1.4. *Pauvreté monétaire*

11. Selon l'analyse des tendances de la pauvreté monétaire et des inégalités en Mauritanie réalisée par l'ANSADE¹ sur la base des données de l'EPCV² (2019-2020), la proportion de la population mauritanienne sous le seuil de pauvreté, (estimé à 19.100 MRU), a baissé de 2,7 points de pourcentage entre 2014 et 2019 passant de 30,9% en 2014 à 28,2% en 2019. La pauvreté monétaire touche plus les populations rurales (41,2%) que ceux des milieux urbains (14,4%). Sept Wilayas sur 13 ont encore des niveaux de pauvreté plus élevés que la moyenne nationale. Il s'agit de Guidimakha (48,6%), du Tagant (45%), du Brakna (41,1%), de l'Assaba (39,4%), l'Adrar (34,9%), du Gorgol (34,3%) et du Hodh Gharby (34,2). Ces wilayas renferment 66,4% des pauvres du pays. En revanche les inégalités ont baissé comme le montre l'indice de Gini qui est passé de 0,34 en 2014 à 0,32 en 2019. En effet, la part du dernier quintile (les plus riches) est passée de 41,2% en 2014 à 39,7% en 2019.

12. La pauvreté est plus élevée dans les ménages dont le chef travaille dans le secteur primaire (agriculture, élevage pêche et sylviculture) avec une incidence de 44%, contre 24,2% et 19,7% pour les ménages dont le chef travaille dans le secteur secondaire et tertiaire respectivement.

13. Les mêmes résultats de l'EPCV 2019-2020 révèlent que l'extrême pauvreté (population vivant avec moins de 14.200 MRU par an) a reculé de 3,6 points de pourcentage passant de 16,4% en 2014 à 12,8% en 2019. Elle touche 20,6% des populations rurales contre 4,5% des populations urbaines.

14. L'analyse des résultats de l'EPCV-2019-2020 montre par ailleurs qu'une proportion relativement importante de la population non pauvre peut être vulnérable à tout choc ayant un impact sur son revenu (perte d'emploi ou des moyens de subsistances, hausse des prix, événements catastrophiques ou autres aléas). En effet, comparativement à la prévalence de la pauvreté pour le seuil de référence, une hausse de 5% du seuil de pauvreté entraîne une hausse de l'incidence de la pauvreté de 2,8 points. Une hausse de 15% du seuil de pauvreté induirait une hausse du taux de pauvreté de 9,6 points. Ces résultats montrent que malgré la réduction de la pauvreté, la consommation de nombreux Mauritaniens est juste au-dessus du seuil de pauvreté. En conséquence, les ménages restent vulnérables aux chocs qui pourraient les entraîner dans la pauvreté.

15. Les enfants représentent un peu plus de la moitié de la population mauritanienne (50,6% en 2019). La pauvreté des ménages a un impact sur le bien-être des enfants. Les résultats de l'EPCV 2019-2020 montrent que près d'un enfant sur trois (32,7%) est pauvre contre 23,5% des adultes.

¹ Agence Nationale de la Statistique et de l'Analyse Démographique et Economique

² Enquête Permanente sur les Conditions de Vie des ménages

16. La pauvreté des ménages est un réel frein à l'éducation des enfants. En effet, le taux d'alphabétisation des personnes âgées de 10 ans et plus est de 79,9% pour les non pauvres contre 58% pour les pauvres. Par ailleurs, la pauvreté des ménages est un frein à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des enfants.

1.5. Nutrition et sécurité alimentaire

17. La Mauritanie étant un pays désertique, les questions de sécurité alimentaire et nutritionnelle se posent avec acuité, selon l'enquête EPCV de 2019-2020.

18. Cette enquête montre que la prévalence de la malnutrition aiguë globale est de 10,5% au niveau national, l'aiguë modérée de 7,6% et la sévère de 2,9%. Une comparaison selon le sexe montre qu'elle est plus importante chez les garçons où le taux de malnutrition aiguë globale est de 11,4% contre 9,4% chez les filles.

19. Quel que soit l'indicateur retenu, la malnutrition est plus accentuée chez les enfants de 6-59 mois des ménages pauvres. A cet effet : (i) la Malnutrition Aigüe Globale (MAG) est de 13,6% pour les enfants des ménages pauvres contre 8,9% des enfants des ménages non pauvres et (ii) l'Insuffisance Pondérale atteint 23,9% des enfants pauvres contre 17,9% de ceux non pauvres

20. Comme les pays du Sahel, la Mauritanie connaît un déficit de production entre 50% et 80% de ses besoins alimentaires. Les résultats de l'EPCV 2019-2020, montrent que plus de quatre ménages sur dix (42,8%) déclarent avoir fait face à une insuffisance de nourriture pour tout le ménage, au cours des 12 mois précédant l'enquête. Ce constat est plus accentué en milieu rural où plus de la moitié des ménages (57% contre 27,3% urbains) déclarent avoir fait face à une insuffisance de nourriture. Au niveau des wilayas, cette situation est encore plus importante au Hodh Gharby (73,2%), en Adrar (71,7%) et au Hodh Charghy (71,6%).

1.6. Accès aux services de base

21. L'accès aux services sociaux de base, notamment en matière d'éducation et de santé, est crucial pour le bien-être des ménages.

22. Selon l'EPCV-2019-2020, un enfant sur trois (32,6%) âgé entre 7-19 ans ne fréquente pas l'école. Ce constat est plus prononcé chez les enfants du milieu rural où 42,6% des enfants ne fréquentent pas l'école, contre 22,3% de ceux du milieu urbain. Un effort important reste à fournir pour maintenir les enfants à l'école dans la mesure où l'enseignement fondamental est obligatoire pour tous les enfants des deux sexes âgés de six (06) à quatorze (14) ans révolus.

23. L'accès à l'éducation primaire est disparate selon le milieu de résidence et la wilaya. Le taux brut de Scolarisation est respectivement de 94,6% et 68,2% en milieu urbain et rural. Il est plus important chez les filles (84,5%) que pour les garçons (77,7%). Les défis de l'enseignement restent principalement posés au niveau secondaire où des abandons importants sont constatés, notamment chez les jeunes filles en milieu rural. Le Taux Brut de Scolarisation, au secondaire, est de 49,8% (44,0% en 2014). Il est de 76% pour le milieu urbain, contre 24,6% pour le rural.

24. Les résultats en matière de santé montrent que 48,9% des membres des ménages accèdent à une structure de santé en 30 minutes maximums, cependant avec des disparités remarquables selon la résidence. Cette accessibilité des ménages à une structure de santé dans les 30 minutes est en effet de 64% en milieu urbain, contre 35,1% en milieu rural. Ainsi, en milieu rural il existe encore 48,1% des membres des ménages à plus de 60 minutes d'une structure sanitaire. Dans un tel contexte, et avec la persistance des maladies chroniques, des efforts considérables devraient être consentis pour une meilleure couverture de l'offre des services et soins de santé, notamment en milieu rural.

1.7. Mesures d'atténuation

25. Face à l'ampleur de la pauvreté et de la vulnérabilité, de nombreux programmes ont été mis en place pour les groupes vulnérables et couvrent une population relativement importante.

- **Tekavoul:** Le programme soutient actuellement 59.000 ménages bénéficiaires, sélectionnés à partir du registre social, avec des paiements de 1.500 MRU par trimestre ;
- **Elmaouna** a fourni en 2020 des transferts monétaires (2.700 MRU par mois sur 4 mois) à 5.000 ménages pendant la période de soudure en utilisant les outils de protection sociale de base et en étroite coordination avec les acteurs humanitaires ;
- **Emel :** Ouverture de 1.124 boutiques qui fournissent quotidiennement des denrées alimentaires (plus de 59.000 tonnes), à prix social, sur toute l'étendue du territoire, au profit de près de 1.125.000 personnes nécessiteuses et avec la création de plus de 1.000 emplois ;
- Prise en charge de 131 **centres nutritionnel (CRENAM)** qui bénéficient aux enfants malnutris et aux femmes enceintes ou allaitantes en situation de malnutrition aiguë modérée;
- **Le programme d'alimentation scolaire** touche 118.352 enfants au niveau national et se concentre particulièrement sur les zones rurales, où les taux de fréquentation et de rétention scolaires sont faibles et où l'insécurité alimentaire, la malnutrition, et la pauvreté sont enlevées ;
- **Les dépenses des principales subventions** (intrants agricoles, carburant, électricité et produits alimentaires) restent relativement importantes à 1,3% du PIB en 2019 (Banque mondiale, 2021);
- **Personnes souffrant de maladies chroniques**, 52.000 MRU par an pour 1.550 malades chroniques ;
- **Protection et promotion des personnes handicapées**, 10.600 MRU par an pour 10.400 personnes vivant avec un handicap ;

- **Transferts en nourriture pour des ménages en situation d'insécurité alimentaire** (CSA), équivalent de 1.070 MRU en aliments transférés à 62.900 ménages (nombre variable selon les années);
- **En réponse à la COVID-19**, Taazour a effectués des transferts monétaires et des soutiens alimentaires. Pour les transferts monétaires, 206.000 ménages ont bénéficié de deux transferts de 2.250 MRU en deux temps ; Pour les transferts alimentaires, ce sont 20.000 ménages urbains et 10.000 ménages ruraux qui en ont bénéficiés.

26. L'ensemble de ces mesures, plus d'autres qui ne sont pas mentionnées dans le présent rapport, contribuent à la prise en charge des personnes vulnérables. Ces dernières années, la Mauritanie fait des efforts indéniables en matière de protection sociale non contributive. Entre 2017 et 2021, les dépenses de protection sociale non contributive (base engagement) sont passées de 1.212,7 millions MRU à 4.735,3 millions MRU, soit quasiment une multiplication par quatre, ce qui donne une croissance annuelle moyenne de 40,6%³. Sur la même période, le budget de l'Etat s'est accru en moyenne annuelle de 8,7%.

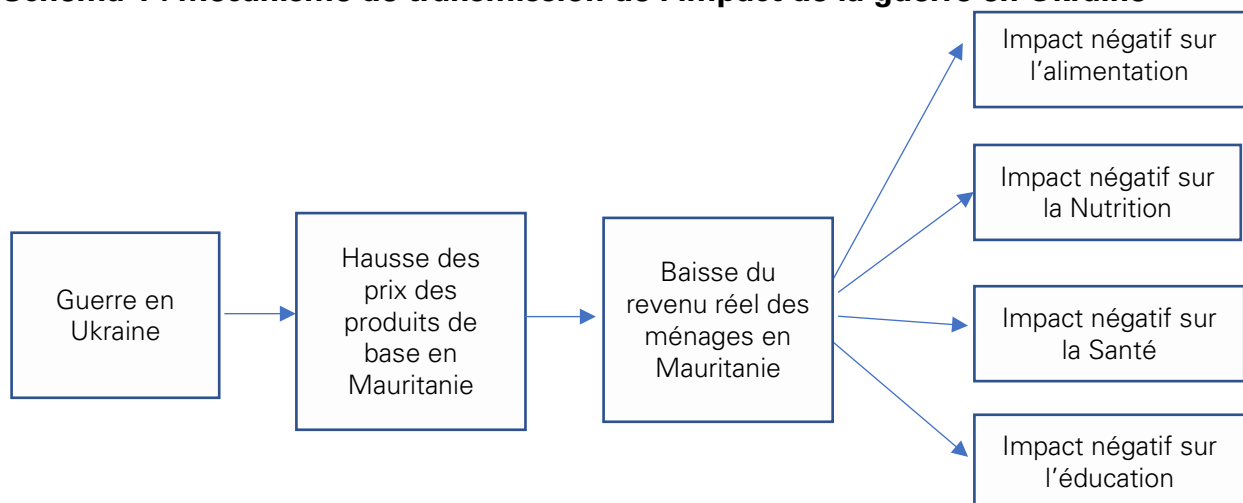
³Les dépenses de protection sociale prises en compte dans la présente étude comprennent les dépenses du MASEF, de l'agence Taazour, de l'agence Tadamoun, du CSA et des cantines scolaires. Ils ne comprennent pas les dépenses directes effectuées par certains partenaires au profit des bénéficiaires et qui ne transitent pas par le budget de l'Etat, ainsi que les subventions des produits de base. La mission n'a pas pu obtenir ces informations.

III. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET CHAMP D'ANALYSE

1.8. Approche théorique

27. L'objectif de cette étude est de simuler un impact de la guerre en Ukraine sur les individus (niveau individuel) en Mauritanie, et par agrégation des situations individuelles, obtenir un impact global. Pour ce faire, il est supposé que la guerre engendre une hausse des prix, notamment les prix des denrées de base (déjà nettement perceptible en Mauritanie), ce qui aura des effets sur les ménages en termes d'alimentation, de nutrition, de niveau de pauvreté, de scolarisation des enfants, d'accès aux services sociaux essentiels, etc. **Le mécanisme de transmission de l'impact de la guerre sur les individus se fait donc essentiellement au travers d'une hausse des prix, qui réduit le revenu réel des ménages, et se traduit par une contraction de la demande de tous les biens et services, y compris ceux de base.**

Schéma 1 : Mécanisme de transmission de l'impact de la guerre en Ukraine



28. L'impact potentiel de la guerre en Ukraine sur l'économie mauritanienne, et partant, sur les individus et les ménages sera simulé en utilisant les techniques de microsimulation dynamique.

29. Il existe plusieurs approches en matière de microsimulation, voir notamment Spielauer (2009) pour un état des lieux. Cependant, au vu de la spécificité de notre étude, nous avons estimés que les microsimulations en temps continue sont ceux qui s'adaptent les mieux à l'objet de notre étude.

30. La microsimulation dynamique en sciences sociales peut se concevoir comme une expérimentation avec une société virtuelle comptant des milliers d'individus que l'on crée et dont les trajectoires de vie se déroulent dans un ordinateur⁴. Selon l'objectif du modèle, les individus (ou « acteurs ») font des choix, forment des unions, ont des enfants, travaillent, paient des impôts, reçoivent des avantages sociaux, divorcent,

⁴ Spielauer, Martin : QU'EST-CE QU'UNE MICROSIMULATION DYNAMIQUE EN SCIENCES SOCIALES? Statistique Canada – Division de la modélisation Immeuble R.-H.- Coats, 24-O Ottawa, K1A 0T6 martin.spielauer@statcan.gc.ca

migrent, prennent leur retraite, reçoivent une pension et, éventuellement, meurent. La création d'un modèle de ce genre comporte diverses étapes, la première étant le calibrage du modèle sur une population réelle (caractéristiques de la population Mauritanienne dans notre cas), puis la modélisation du comportement individuel.

31. La dernière étape de la microsimulation, après la modélisation des comportements individuels, est la programmation des divers modèles de comportement qui nous permettront d'exécuter les simulations du système complet. La microsimulation peut donc aider à comprendre l'effet de divers processus et de divers changements dans les processus sur le résultat global. Plus le nombre de processus interdépendants qu'il faut prendre en considération est élevé, plus il est difficile de cerner et de comprendre la contribution des facteurs individuels aux macrorésultats. Mais la microsimulation offre l'outil requis pour étudier ce genre de système.

32. L'idée est de rendre compte des interactions entre les comportements d'agents individuels. L'approche est dynamique et récursive : à chaque instant, un certain nombre d'agents adoptent des comportements ou prennent des décisions sur la base de l'état du monde qu'ils constatent, et il en résulte un nouvel état du monde pour la période suivante.

33. La microsimulation est le meilleur moyen de simuler un système : modéliser et simuler les actions et les interactions des individus afin d'obtenir par agrégation, les résultats au niveau macro. Ceci suppose à la fois une modélisation du comportement de ces agents mais aussi une simulation de leur apparition et de leur disparition éventuelle, donc une simulation de la démographie.

1.9. Modèle utilisé

1.9.1. Modèles de base

34. Deux modèles de base ont été modifiés et combinés, afin d'obtenir le modèle voulu pour cet exercice. Il s'agit d'un modèle de cohorte, et d'un modèle de microsimulation. Le logiciel *R* a été utilisé pour l'ensemble des simulations.

35. Les modèles de cohorte étudient une cohorte homogène hypothétique d'individus lors de leur transition entre différents états. Dans un modèle de cohorte déterministe, le résultat est déterminé avec précision compte tenu d'un ensemble de conditions et de paramètres initiaux. À mesure que la complexité des décisions augmente, les modèles de cohorte déterministes deviennent inadéquats pour refléter le problème de décision, et des modèles plus complexes sont nécessaires, notamment des modèles de microsimulation.

36. Le modèle de cohorte qui adapté est le package *heemod*⁵ (Health Economic Evaluation Model) du logiciel libre *R*. Ce modèle a déjà été utilisé pour plusieurs évaluations. C'est un modèle de cohorte, c'est-à-dire que l'on suit une cohorte d'individu sur une période.

37. La mise en œuvre de ce modèle nécessite que l'utilisateur définisse un certain nombre d'éléments :

⁵ Filipovic-Pierucci *et al* (2017): "Markov Models for Health Economic Evaluations: The R package *heemod*".

- les différents états que peuvent vivre les individus ;
- une matrice de probabilité de transition entre les différents états;
- les différentes stratégies à mettre en œuvre et dont les résultats seront comparés ;
- la longueur du cycle de projection (mensuel, annuel, etc.) et la durée de la simulation ;
- un ensemble de variables à renseigner, comprenant notamment, les coûts unitaires dans les différents états, des données démographiques sur la mortalité et la natalité, les utilités à appliquer aux différents états, le taux d'escompte pour ramener les flux futurs à la date de la simulation, le taux d'amélioration des états suite à la mise en œuvre des différentes stratégies, etc.

38. Le modèle permet en outre de faire des analyses de sensibilité.

39. Le second modèle est le package *MicSim*⁶ du logiciel *R*, qui effectue des microsimulations en temps continu pour la projection de la population. Ses principaux ingrédients sont la population virtuelle et un modèle stochastique décrivant la dynamique du parcours de vie. La population virtuelle cartographie la composition et le développement de la population étudiée tout au long de la simulation. À chaque individu qui fait partie de la population virtuelle, un ensemble d'attributs démographiquement pertinents est attribué. Ces attributs peuvent changer au cours de la période de simulation. Pour décrire la dynamique du parcours de vie, des modèles stochastiques sont généralement appliqués.

40. Le package *MicSim* implémente deux classes de modèles stochastiques : les processus de Markov en temps continu non homogènes et les processus semi-Markoviens non homogènes. La première classe de modèles spécifie les événements du cours de la vie en fonction de l'âge et du calendrier. La deuxième classe de modèles postule en plus la dépendance à la durée : c'est-à-dire qu'elle suppose que la propension d'un individu à modifier son ensemble actuel d'attributs peut dépendre non seulement de son âge et du moment, mais aussi du temps écoulé depuis une dernière transition.

1.9.2. Spécification du modèle utilisé

41. La combinaison de ces deux modèles a permis d'obtenir un modèle adapté aux besoins de l'analyse, et dont les principales caractéristiques sont décrites ci-dessous.

- **L'espace des états possibles**

42. En général, l'espace des états est défini par le problème étudié. L'espace des états comprend l'ensemble des différentes caractéristiques que peuvent avoir un individu au cours de sa vie : Naissance, mort, état matrimonial, revenu, lieu de résidence, niveau d'éducation, etc. Il y a des états non absorbants, c'est-à-dire des états dans lesquels l'individu peut se trouver à un moment donné, et les quitter à un autre moment, comme le lieu de résidence, le nombre d'enfants, le revenu, etc. Il y a en revanche

⁶Zinn, Sabine (2014): "The MicSim Package of R: An Entry-Level Toolkit for Continuous-Time Microsimulation", International Journal of Microsimulation 7(3) 3-32

d'autres états dits absorbants, qu'on ne peut plus quitter une fois que l'on s'y trouve, la mort par exemple.

43. Les TDR de cette étude citent nommément la protection sociale, la nutrition et la sécurité alimentaire comme domaines spécifiques à analyser. La protection sociale n'est pas un état en soi, au sens de la microsimulation, mais plutôt une mesure de politique visant à atténuer l'état de certaines personnes vulnérables.

44. En plus de la nutrition et de la sécurité alimentaire, il a été ajouté la santé et l'éducation, comme états à suivre, même si cela n'était pas requis par les TDR. Par ailleurs, d'autres états démographiques et état civil, ont été inclus, comme les naissances, les décès, le statut de résidence, le statut de pauvreté.

45. Au total, il a été retenu 8 états possibles : sexe (féminin ou masculin), décès (vivant ou mort), lieu de résidence (urbain ou rural), statut nutritionnel (malnutri ou non malnutri), statut en matière de sécurité alimentaire, (en sécurité alimentaire ou en insécurité alimentaire), accès à l'éducation (fréquentation ou non, si on a l'âge scolaire), accès aux services de santé (accès ou non), état de pauvreté (pauvre ou non pauvre). En plus de ces états, le modèle détermine la date de naissance, l'âge à chaque cycle, le niveau de revenu nominal, et le niveau de revenu réel, en utilisant le taux d'inflation comme déflateur du revenu.

46. Naturellement, certains états, comme le sexe, n'évolue pas au cours de la période de projection ; d'autres états par contre deviennent définitifs une fois qu'ils se produisent, comme la mort. Pour l'ensemble des autres états, ils peuvent varier d'un cycle à l'autre.

- **Population virtuelle initiale**

47. La population virtuelle comprend un ensemble d'individus comportant des attributs (date de naissance, sexe, lieu de résidence, etc.). Cette population est certes générée virtuellement, mais ses attributs correspondent à celle d'une population réelle. Dans cette étude, il a été utilisé les caractéristiques issues de l'EPCV 2019-2020, de l'enquête EDSM de 2019-2020 et du recensement général de la population de 2013 ainsi que des projections démographiques nationales.

48. Ainsi une population initiale virtuelle de 10.000⁷ individus a été générée en respectant scrupuleusement le profil de la population issue du recensement général de la population et de l'EPCV 2019/2020. Les caractéristiques retenues pour la simulation sont les suivantes :

- 1 Le sexe (H/F)
- 2 Le lieu de résidence (urbain/rural)
- 3 L'état de pauvreté (pauvre/non pauvre)
- 4 La fertilité des femmes (afin de générer les futures naissances)
- 5 La mortalité

⁷ Nous nous sommes limités à un échantillon virtuel de 10.000 individus, car au-delà, il devenait difficile de faire tourner le modèle du fait de sa lourdeur. Ce nombre est cependant assez grand, du reste peu d'enquêtes dépassent ce nombre d'individus

- 6 La fréquentation scolaire ou non pour les enfants en âge de fréquenter (7-19 ans selon l'EPCV 2019-2020)
- 7 Le statut nutritionnel pour les enfants de moins de 5 ans
- 8 Le statut en matière de sécurité alimentaire
- 9 La fréquentation ou non des formations sanitaires
- 10 La pyramide des âges.

49. L'analyse s'est limitée à ces caractéristiques pour plusieurs raisons : D'abord, plus il y a des caractéristiques à modéliser, plus cela alourdit le modèle ; au-delà d'un certain nombre de paramètres, le modèle n'est plus en mesure de générer des résultats fiables et facilement interprétables, du fait de la grande taille des calculs à effectuer, des différentes interactions, etc. Par ailleurs, l'intérêt pour cette étude est de retenir les états qui sont influençables par une forte variation des prix ; c'est le cas notamment pour l'alimentation et la nutrition, et dans une moindre mesure, pour la santé et l'éducation. En revanche, il ne semble pas y avoir un impact significatif d'une hausse des prix sur l'accès à l'eau potable notamment.

- **Modélisation des transitions**

50. Dans un modèle de simulation continue, les événements de vie d'un individu sont représentés par des séquences de transitions d'un état à un autre (ou d'événements). La propensité d'un individu de changer son état présent vers un autre dépend de son revenu, de son lieu de résidence, de son âge, etc. Le parcours de vie d'un individu est décrit par un processus stochastique, généralement de la famille des processus markoviens.

51. Toutes les fonctions de transition doivent être fournies dans le modèle. Mais avant de spécifier les fonctions de transition, il importe de spécifier d'abord les transitions possibles. Tout d'abord, certains états n'ont pas de transition. C'est notamment le cas du sexe, qui est acquis à la naissance.

- **Transition entre urbain et rural**

52. Un individu peut changer de lieu de résidence au cours de la période de projection. S'il passe du milieu rural (RU) au milieu urbain (UR), on aura une transition **RU->UR**, et si c'est l'inverse, on aura **UR->UR**

- **Transition entre Pauvre et non Pauvre**

53. On suppose qu'un individu pauvre actuellement (P), peut devenir non pauvre (NP) et vice-versa, un non pauvre pouvant tomber dans la pauvreté. Nous avons donc la transition **P->NP** qui indique la possibilité de passer d'un état de pauvreté à celui de non pauvre, et également la transition **NP->P**, qui est le passage d'un état de non pauvre à pauvre. La transition entre pauvre et non pauvre est déterminée en fonction du niveau de revenu de l'individu, et de la ligne de pauvreté.

- **Transition entre scolarisé et non scolarisé (enfants de 7-19 ans)**

54. Pour l'éducation, les transitions suivantes sont possibles :

no->yes, qui indique un passage entre une situation de non scolarisation (no) a une situation de scolarisation (yes).

yes->no, qui indique une transition d'un état de scolarisation a un état de non scolarisation.

55. Pour la transition en matière d'éducation, la tranche d'âge 7-19 ans est concernée (conformément à l'enquête EPCV 2019-2020).

- **Transition en matière de santé**

56. Rappelons qu'en matière de santé, nous avons utilisé le taux de fréquentation des formations sanitaires. La transition consiste ainsi à passer d'une situation où l'individu fréquente les formations sanitaires (A), a une autre situation où il ne les utilise plus (NA), et vice versa.

A->NA

NA->A

- **Transition entre malnutri et non malnutri**

57. Un enfant peut passer du statut de malnutri (M) a celui de non malnutri (NM) et vice versa.

M->NM

NM->M

- **Transition entre sécurité alimentaire et insécurité alimentaire**

58. En matière alimentaire un individu peut passer d'une situation de sécurité alimentaire (SA), a une situation d'insécurité alimentaire (IA), et vice versa. On a donc les possibilités suivantes :

SA->IA

IA->SA

- **Transition en matière de fertilité**

59. Cette transition consiste pour une femme en âge de procréer, d'avoir un enfant. Il suffit donc d'estimer une fonction de fécondité.

- **Transition vers la mort**

60. La transition vers la mort étant sans retour, il suffit de déterminer une fonction de mortalité.

61. Pour chaque transition d'un état à un autre, l'utilisateur doit spécifier une fonction qui permet de déterminer les taux de transition correspondants. Ces fonctions varient selon les transitions : par exemple, la fonction de transition de pauvre à non pauvre n'est pas la même que celle qui spécifie la transition de non pauvre à pauvre. C'est à l'utilisateur, sur la base de sa connaissance du contexte, d'études existantes, et d'estimations propres, de déterminer ces taux de transition. **C'est le cœur de la modélisation, car une mauvaise spécification des fonctions de transition entraînerait des résultats aberrants. Généralement, après avoir estimé ces fonctions de transition, on les teste en réalisation des simulations, afin de s'assurer du réalisme des résultats obtenus.**

62. **Dans ce modèle, les transitions entre les différents états sont essentiellement gouvernées par le niveau du revenu réel de l'individu (revenu nominal déflaté par le niveau de l'inflation), lequel est lui-même influencé par le lieu de résidence.** Le lieu de résidence, le niveau des prix et le niveau de revenu sont ainsi les principaux facteurs affectant la transition d'un individu d'une période à une autre.

1.9.3. Autres hypothèses de projection

63. Dans le cadre de la présente étude, comme indiqué supra, trois facteurs influencent particulièrement la situation initiale et les transitions d'un état vers un autre : Il s'agit du statut de résidence, du niveau de revenu, et de l'inflation. Toutes les enquêtes font ressortir, en Mauritanie comme partout ailleurs, que la situation d'une personne est fortement influencée par son lieu de résidence, et son revenu. Le niveau d'éducation joue aussi un rôle important, mais dans la présente étude, étant donné que le statut d'éducation est déjà une variable à projeter, on risquait d'avoir un problème où l'éducation est une variable qui détermine les autres variables, mais aussi une variable à estimer, qui dépendrait d'autres variables. Cela aurait fortement complexifié le modèle. En plus, l'impact de l'éducation se fait sentir sur le long terme, alors que dans la présente étude, l'horizon temporel se limite à 5 ans.

64. Le niveau initial du revenu des individus est déterminé de façon aléatoire, sur la base de plusieurs informations émanant de l'enquête EPCV 2019-2020 :

- Les inégalités dans la répartition des revenus
- Le niveau moyen des revenus/dépenses en Mauritanie
- La part des différents quintiles dans la consommation totale
- Le niveau de dépenses moyennes selon le lieu de résidence
- L'incidence de la pauvreté
- Etc.

65. Par la suite, l'évolution du revenu moyen d'une année à l'autre est calée sur le taux de croissance réel du PIB. Le niveau de l'inflation permet ensuite de déterminer le niveau du revenu réel, lequel est la principale variable qui influence la matrice de transitions.

66. Le statut de pauvreté d'un individu est déterminé en comparaison de son niveau de revenu réel avec la ligne de pauvreté. Les taux des décès et de naissances sont déterminés sur la base des statistiques officielles.

67. Pour la simulation, l'année 2020 a été choisie comme année de base, car les principales enquêtes, qui ont alimenté en données cette étude, ont été réalisées sur la période 2019/2020 : EPCV et EDSM. Et donc en 2020, on dispose de données toutes récentes, permettant d'avoir une situation de référence très précise.

68. La durée de la simulation est de 5 ans. Cette durée a été choisie car pour des modèles probabilistes du type de celui qui a été utilisé, une durée trop courte peut s'avérer peu fiable, car plus l'horizon est long, et plus les résultats sont robustes. Par contre, si la période de projection est trop longue (10 à 20 ans par exemple), cela soulève d'autres questions, notamment le fait que les probabilités de transitions sont fixes. Après une certaine période, il n'est pas raisonnable de supposer que toute chose est égale, et que les taux de transition d'un état à un autre puissent rester fixes sur plusieurs décennies. Cinq ans nous paraissent ainsi le meilleur compromis entre toutes ces contraintes.

IV. DONNEES UTILISEES

69. Plusieurs sources de données ont été utilisées, notamment l'EPCV 2019-2020 ; l'EDSM 2019-2021, diverses enquêtes nutritionnelles, les projections démographiques et l'indice des prix à la consommation de l'ANSADE, le dernier cadrage macro-budgétaire disponible (DPBMT 2023-2025), les données de la Banque mondiale, etc.

Tableau 1 : Incidence de la pauvreté et niveaux des dépenses

	Urbain	Rural	National
Incidence Pauvreté	14,4%	41,2%	28,2%
Ligne de pauvreté			19.100 MRU
Incidence extrême pauvreté	4,5%	20,6%	12.8%
Ligne extrême pauvreté			14.200 MRU
Dépenses moyennes par ménage	232.465 MRU	150.215 MRU	189.460 MRU
Part du dernier quintile (le plus riche) dans les dépenses totales			39.7%

Source: EPCV 2019/2020

Tableau 2 : Sexe et résidence

	Masculin	Féminin	Total
National	49,3	50,7	100
Urbain			49
Rural			51

Source: EPCV 2019-2020

Tableau 3 : Taux d'accès et incidences

Taux d'accès aux formations sanitaires	Année de référence: 2020
National	48,9
Urbain	64,0
Rural	35,1,6
Taux de non fréquentation scolaire (7-19ans): Enfants hors de l'école	
National	32,6
Urbain	22,3
Rural	42,6
Taux d'insécurité alimentaire	
National	43,9
Urbain	32,9
Rural	53,7
Taux de malnutrition (enfants 0-5 ans): Retard de croissance	
National	31% (EPCV 2019-2020) 26% (EDSM 2019-2021) 19,6% (Enquete nutritionnelle SMART 2019)
Urbain	20 (EDSM 2019-2021)
Rural	30 (EDSM 2019-2021)

Source : EPCV 2019-2020, EDMS et enquêtes nutritionnelles nationales SMART

Tableau 4 : Données économiques

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Taux de croissance PIB réel	6,3	4,8	5.1%	-0.9%	2.4%	4.5%	5.3%	7.5%	5.8%
Taux d'inflation : glissement annuel	1,2	3,2	2,7	1,8	5,7	12,1*	10,9	4,0	4,0
Taux d'inflation : variation annuelle	2,3	3,1	2,3	2,4	3,6	9,1*	10,9	4,0	4,0

Source : ANSADE, DPBMT 2023-2025

*Données à fin novembre 2022

Tableau 4 : Données démographiques

Intitulé	Année de référence : 2020
Données démographiques	
Taux de mortalité infanto-juvénile (moins de 5 ans)	41 pour mille Source: EDSM 2019-2021 page xxxiv et 149
Taux de mortalité globale de l'ensemble de la population	National : 10,9 pour mille Milieu Urbain : :10,3 Milieu Rural :11,6 Source: RGPH/ Projection démographique
Esperance de vie	60,3 ans Source: RGPH/ Projection démographique
Taux de fertilité/natalité	Taux Brut de Natalité(TBN):32 pour mille Source: RGPH/ Projection démographique TBN:35,5 pour mille, Urbain:30,3 et Rural:40,2 Taux Global de Fécondité Générale : 170 pour mille Source: EDSM 2019-2021
Taux de croissance démographique	2,11% Urbain :1,94 ; Rural :2,27 Source: RGPH/ Projection démographique

Source: ANSADE

Tableau 5 : Evolution de la population totale par grands groupes d'âges selon le sexe en 1988, 2000 et 2013

Groupes d'âges	RGPH 1988			RGPH 2000			RGPH 2013		
	H	F	Total	H	F	Total	H	F	Total
0-14 ans	46,0	42,5	44,3	45,0	42,1	43,6	46,0	42,5	44,2
15-59 ans	48,3	51,2	49,7	49,5	52,3	50,9	48,3	51,2	50,2
60 ans et plus	5,7	6,3	6,0	5,5	5,6	5,5	5,7	6,3	5,6
Ensemble	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Effectif	923 175	941 061	1 864	1 241	1 266	2 508	1 743	1 794	3 537

Source : ANSADE

Tableau 6 : Perspectives de la population mauritanienne de 2013 à 2043

Année de projection	Masculin	Féminin	Ensemble	Rapport de masculinité	Population en %	
					Urbaine	Rurale
2013	1 743 074	1 794 294	3 537 368	97,1	48,3	51,7
2014	1 793 064	1 844 121	3 637 185	97,2	48,6	51,4
2015	1 834 735	1 885 390	3 720 125	97,3	49,2	50,8
2016	1 877 686	1 927 973	3 805 659	97,4	49,8	50,2
2020	2 061 905	2 111 172	4 173 077	97,7	52,8	47,2
2025	2 320 848	2 370 139	4 690 987	97,9	56,5	43,5
2030	2 612 855	2 663 574	5 276 428	98,1	60,1	39,9
2035	2 927 883	2 981 396	5 909 281	98,2	63,6	36,4
2040	3 248 044	3 306 336	6 554 380	98,2	67,1	32,9
2043	3 440 782	3 503 120	6 943 902	98,2	69,0	31,0

Source : ANSADE

70. Une fois l'ensemble de l'information disponible, on est alors en mesure de réaliser les simulations.

V. RESULTATS DES MICROSIMULATIONS

71. Trois scénarii ont été simulés :

- Un premier scénario, dit **scénario sans crise**, simule le comportement probable des agrégats économiques et des ménages en l'absence de la guerre en Ukraine et de l'inflation qui en a résulté. Dans ce scénario de référence, les tendances moyennes des prix et du taux de croissance du PIB sur les 3 années avant l'année de base (2017-2019) ont été projetées de 2021 à 2023, puis une hausse progressive du taux de croissance du PIB à partir de 2024 ;
- Un second scénario dit **scénario central**, qui correspond au scénario contenu dans le DPBMT, reprenant les hypothèses de taux de croissance du PIB et de niveau d'inflation de ce document ;
- Enfin, un troisième scénario plus pessimiste, dit **scénario de crise**, qui fait l'hypothèse de niveaux d'inflation élevés sur une plus longue période que dans le scénario central, et d'un fléchissement plus marqué de la croissance réelle.

72. Le tableau de synthèse ci-dessous fait ressortir les principaux résultats des microsimulation. Il a été fait l'hypothèse que les taux de natalité ne changent pas quel que soit le scénario. Par contre, on note que la mortalité évolue selon les scénarios, car plus la crise est forte, et plus les enfants et les personnes particulièrement vulnérables sont affectés.

73. **Le scénario sans crise** donne une photographie de ce que serait les indicateurs sociaux en Mauritanie à l'horizon 2025, sans la crise russo-ukrainienne. Les résultats montrent que l'ensemble des indicateurs s'améliore nettement comparativement à leur niveau de 2020. Le revenu moyen nominal s'accroît de 50% sur la période, alors que le revenu réel (à prix constant 2020), progresse de 40%. L'incidence de la pauvreté baisse de 4,7 points de pourcentage, le pourcentage d'enfants hors de l'école chute de 8,4 points de pourcentage, le taux d'accès aux services de santé progresse de 12 points, l'incidence de la malnutrition (retard de croissance) baisse de 8,3 points, et l'incidence de la sécurité alimentaire fléchit de 18,7 points.

74. **Le scénario central** donne les évolutions probables sur la base des hypothèses de projection du Gouvernement. **Comparativement au scénario sans crise**, on obtient les évolutions suivantes :

- Baisse du revenu nominal de 15,4% sur la période ;
- Baisse du revenu réel de 33,3% ;
- Hausse de l'incidence de la pauvreté de 4,7 points de pourcentage ;
- Hausse du pourcentage d'enfants hors de l'école de 4,1 points ;
- Baisse du taux d'accès aux services de santé de 7,9 points ;
- Accroissement de l'incidence de la malnutrition de 5,2 points ;
- Hausse de l'incidence de l'insécurité alimentaire de 10,2 points.

75. **Enfin, le scénario avec crise, le plus pessimiste**, produit les résultats ci-dessous, comparativement au scénario sans crise :

- Baisse du revenu nominal de 21,6% sur la période ;
- Baisse du revenu réel de 42,2% ;
- Hausse de l'indécence de la pauvreté de 6,8 points de pourcentage ;
- Hausse du pourcentage d'enfants hors de l'école de 5,3 points ;
- Baisse du taux d'accès aux services de santé de 8,9 points ;
- Accroissement de l'incidence de la malnutrition de 5,4 points ;
- Hausse de l'incidence de l'insécurité alimentaire de 12,0 points.

Tableau 6 : synthèse des résultats obtenus

Intitulé	Situation de départ (2020)	Scénario sans crise (2025)	Scénario central (2025)	Scénario avec crise (2025)
Période de projections	2020 à 2025	2020 à 2025	2020 à 2025	2020 à 2025
Population de départ	10.000	10.000	10.000	10.000
Nombre de morts sur période de projection		500	510	530
Nbre de naissances sur période de projection		1.850	1.850	1.850
Population finale	10.000	11.350	11.340	11.320
Revenu moyen nominal (MRU)	189.460	291.224	246.408	228.383
Revenu moyen réel (à prix constants) MRU	189.460	259.929	173.371	150.326
Incidence de la pauvreté	28,2	23,5	28,2	30,3
Taux de non fréquentation scolaire (enfants hors de l'école)	32,6	24,2	28,3	29,5
Taux d'accès aux services sanitaires	48,9	60,9	53,0	52,0
Incidence malnutrition	31	22,7	27,9	28,1
Incidence insécurité alimentaire	43,9	25,2	35,4	37,2

Source: simulation du modèle

76. En ramenant les résultats obtenus avec l'échantillon représentatif de 10.000 personnes à l'ensemble de la population mauritanienne, on obtient les résultats du **tableau 7** ci-dessous. Pour le scénario sans crise, les comparaisons se font avec la situation de départ ; pour les autres scénarios (central et avec crise), les comparaisons se font avec le scénario sans crise.

- Pour ce qui est de la situation de pauvreté, le scénario sans crise prévoit une réduction du nombre de pauvres de **74.426 personnes** d'ici 2025, comparativement à la situation de 2020, et ce malgré l'accroissement de la population. Le scénario central projette un accroissement du nombre de pauvres de **219.154 personnes** comparativement au scénario sans crise, et le scénario avec crise projette un accroissement du nombre de pauvres de **314.160 personnes**.
- Au niveau des enfants hors de l'école, leur nombre devrait baisser de **73.642 enfants** dans le scénario sans crise, comparativement à la situation de référence. Le scénario central projette leur accroissement de **62.458 enfants** comparativement au scénario sans crise, et celui avec crise, une hausse de **79.943 enfants**.

- Concernant l'accès aux services de santé, le nombre de personnes sans accès aux services de santé devrait baisser de **298,266** dans le scénario sans crise, comparativement à 2020. Par contre leur nombre devrait croître de **368.383** et de **410.750**, respectivement dans le scénario central et celui de crise, comparativement au scénario sans crise.
- En matière d'insécurité alimentaire, le scénario sans crise prévoit une réduction du nombre de personnes en insécurité alimentaire de **649.852** comparativement à l'année de base, et une augmentation de **476.820** et **557.689** respectivement pour le scénario central et le scénario de crise, comparativement au scénario sans crise.
- Enfin, pour ce qui concerne la nutrition, dans le scénario sans crise, le nombre d'enfants malnutris baisse de **39.765**. Dans le scénario central et avec crise, leur nombre augmente respectivement de **42.168** et **43.339**.

Tableau 7: Extrapolation des résultats à l'ensemble de la population

	Situation de départ	Scénario sans crise	Scénario central	Scénario avec crise
	2020	2025	2025	2025
Population totale	4,173,077	4,690,987	4,686,296	4,676,928
Population enfants de moins de 5 ans	725,281	815,294	814,478	812,850
Population en âge scolaire (7-19 ans)	1,364,596	1,533,953	1,532,419	1,529,355
Nombre de pauvres	1,176,808	1,102,382	1,321,535	1,417,109
Incidence pauvreté	28.2%	23.5%	28.2%	30.3%
Variation du nombre de pauvres par rapport à la situation de départ		-74,426	144,728	240,302
Variation du nombre de pauvres par rapport au scénario sans crise			219,154	314,727
Nombre d'enfants hors de l'école	444,858	371,217	433,675	451,160
Variation du nombre d'enfants hors de l'école par rapport à la situation de départ		-73,642	-11,184	6,302
Variation du nombre d'enfants hors de l'école par rapport au scénario sans crise			62,458	79,943
Nombre de personnes sans accès à la santé	2,132,442	1,834,176	2,202,559	2,244,925
Variation du nombre de personnes sans accès à la santé par rapport à la situation de départ		-298,266	70,117	112,483
Variation du nombre de personnes sans accès à la santé par rapport au scénario sans crise			368,383	410,750
Nombre de personnes en insécurité alimentaire	1,831,981	1,182,129	1,658,949	1,739,817
Variation du nombre de personnes en insécurité alimentaire par rapport à la situation de départ		-649,852	-173,032	-92,164
Variation du nombre de personnes en insécurité alimentaire par rapport au scénario sans crise			476,820	557,689
Nombre d'enfants malnutris	224,837	185,072	227,239	228,411
Variation du nombre d'enfants malnutris par rapport à la situation de départ		-39,765	2,402	3,574
Variation du nombre d'enfants malnutris par rapport au scénario sans crise			42,168	43,339

Source : Estimations

VI. COÛTS DES MESURES D'ATTÉNUATION DE LA CRISE

77. Face à l'ampleur des privations qui s'annoncent, il importe que le gouvernement mauritanien envisage des prises en charge des personnes les plus vulnérables, afin de limiter les effets de la crise. Quelques hypothèses de prise en charge sont proposées ci-dessous.

78. Coûts des mesures d'atténuation

- Actuellement, le programme national de filet sociaux couvre environ 100.000 ménages, soit environ 600.000 personnes compte tenu de la taille des ménages en Mauritanie (6,1 personnes par ménages selon l'EPCV 2019-2020).
- Pour le montant de transfert, c'est 2.200 MRU par trimestre en 2022. (2.200 MRU c'est environ 64 USD⁸). Rapporté par individu, cela fait 3,5\$ par personne et par mois.

79. **Hypothèse 1: prise en charge du quintile 1** (quintile le plus pauvre), avec 3.5\$ par mois et par personne. 20% de 4,69 millions de personnes, soit 938.000 personnes à prendre en charge (environ 156.000 ménages), ce qui donne un coût total de 39,4 millions US\$ par an, soit environ 1.34 milliards MRU par an.

80. Si on suppose que les ménages déjà pris en charge par les programmes existants sont inclus dans le premier quintile, alors il ne reste que 938.000 – 600.000 personnes à prendre en charge, soit 338.000 personnes pour un cout supplémentaire de 14.2 millions US\$, soit 482,8 millions MRU.

Hypothèse 2: Prise en charge de tous les pauvres avec 3.5\$ par mois et par personne.

Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	1,102,382	Population concernée	1,321,535	Population concernée	1,417,109
Coût total	46,3 millions USD par an	Coût total	55,5 millions USD par an	Coût total	59,5 millions USD
	1,57 milliards MRU		1,89 milliards MRU		2,02 milliards MRU

Hypothèse 3 : prise en charge de toutes les personnes en insécurité alimentaire.

Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	1,182,129	Population concernée	1,658,949	Population concernée	1,739,817
Coût total	49,6 millions USD par an	Coût total	69,68 millions USD par an	Coût total	73,07 millions USD
	1,69 milliards MRU		2,37 milliards MRU		2,48 milliards MRU

⁸ Taux de change: 1\$ = 34 MRU

Hypothèse 4 : prise en charge de tous les enfants de moins de 5 ans

Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	815,294	Population concernée	814,478	Population concernée	812,850
Coût total	34,24 millions USD par an	Coût total	34,21 millions USD par an	Coût total	34,14 millions USD
	1,16 milliards MRU		1,16 milliards MRU		1,16 milliards MRU

Hypothèse 5 : Prise en charge de tous les enfants en âge scolaire

Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	1,533,953	Population concernée	1,532,419	Population concernée	1,529,355
Coût total	64,43 millions USD par an	Coût total	64,36 millions USD par an	Coût total	64,23 millions USD
	2,19 milliards MRU		2,19 milliards MRU		2,18 milliards MRU

Hypothèse 6 : Prise en charge de toutes les femmes en dessous du seuil de pauvreté

Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	557,067	Population concernée	667,375	Population concernée	715,640
Coût total	23,40 millions USD par an	Coût total	28,03 millions USD par an	Coût total	30,06 millions USD
	795,49 millions MRU		953,01 milliards MRU		1,02 milliards MRU

81. Ces différentes hypothèses font ressortir que les montants en jeu ne sont pas extraordinairement élevés. L'hypothèse la plus basse est la prise en charge de toutes les femmes pauvres (1,02 milliards MRU par an dans le scénario avec crise), et la plus chère est celle relative à la prise en charge de tous les enfants en âge scolaire (2,18 milliards MRU par an). Naturellement, il suffirait d'accroître les montants unitaires remis pour accroître également les coûts globaux.

Il importe par conséquent d'analyser à présent l'espace budgétaire disponible en Mauritanie, afin de juger de la soutenabilité financière de ces différentes options.

VII. CONCLUSION

A l'issue de cette analyse, il ressort que l'impact de la guerre russo-ukrainienne sur l'inflation en Mauritanie aura des répercussions importantes sur les populations vulnérables, si rien n'est fait. Que ce soit en ce qui concerne la malnutrition des enfants, ainsi que leur éducation, l'insécurité alimentaire, la pauvreté des ménages, etc., les conséquences de l'accroissement des prix des produits de base seront énormes.

En effet, toute hausse générale des prix réduit le revenu net disponible des ménages. Les plus pauvres s'en trouvent fortement affectés et adoptent des pratiques néfastes à leur bien-être, comme la cessation de la fréquentation des centres de santé, la déscolarisation des enfants, la dégradation de leur consommation alimentaire, etc.

Il importe que le gouvernement puisse mettre en œuvre des mesures idoines de protection sociales, afin de limiter l'impact négatif de cette hausse des prix sur les groupes vulnérables. Il s'agit, notamment :

- Étendre la couverture du Programme National des Transferts Sociaux (Tekavoul) ciblant les plus pauvres
- Accélérer la mise en œuvre du plan d'action qui consiste à faire passer le montant des transferts de 1500 à 3600 MRU pour prendre en compte l'inflation
- Mettre en place des programmes de transferts monétaires ciblant spécifiquement les femmes et les enfants qui sont les plus affectés par la crise
- Accélérer l'actualisation de la Stratégie nationale de Protection sociale pour la rendre plus réactives aux chocs et sensible aux enfants afin de limiter l'impact des crises sur les populations vulnérables
- Renforcer les programmes visant l'accroissement de la productivité agricole afin de permettre à la Mauritanie de réduire sa dépendance aux importations de produits alimentaires
- Renforcer les activités génératrices de revenu, afin de renforcer l'autonomisation des populations vulnérables
- Améliorer le système de stockage de vivre villageois, afin de disposer de stocks prêts à être distribués en cas de choc

BIBLIOGRAPHIE

Blanchet, Didier, Hagneré Cyrille, Legendre François, Thibault Florence (2015): « Introduction. Microsimulations statique et dynamique appliquées aux politiques fiscales et sociales : modèles et méthodes » In: Economie et statistique, n°481-482, 2015. Microsimulation appliquée aux politiques fiscales et sociales. pp. 5-30.

Blanchet, Didier (2014) : La microsimulation dynamique : principes généraux et exemples en langage R, Document de travail M 2014/01, INSEE, Paris.

Cogneau, Denis, Michael Grimm, and Anne-Sophie Robilliard (2003): "Evaluating poverty reduction policies. The contribution of micro-simulation techniques", Published in: J.-P. Cling, M. Razafindrakato and F. Roubaud (Eds.), New International Poverty Reduction Strategies (pp. 340-370), London: Routledge Books, 2003.

Fatih, Chellai (2019): Markov Chain Analysis With R: A Brief Introduction, Technical Report January, Ferhat Abbas University of Setif

Konstantopoulos, Takis (2009): "Markovs chains and Random Walk", Autumn

Lawson, Tony (2013): "Modelling Household Spending Using a Random Assignment Scheme", International Journal of Microsimulation 6(2) 56-75.

Legendre, François, Jean-Paul Lorgnet et Florence Thibault(2001) : Les modèles socio-économiques de microsimulation : Panorama et état des lieux pour la France, Recherches et Prévisions N° 66.

Mideros, Andrés, Franziska Gassmann and Pierre Mohnen (2012): "Estimation of Rates of Return of Social Protection Instruments in Cambodia: A Case for Non-Contributory Social Transfers", Maastricht Graduate School of Governance, Maastricht University, in coordination with: Council for Agricultural and Rural Development, CARD Royal Government of Cambodia and United Nations Children's Fund UNICEF – Cambodia.

Spielauer , Martin (2009): "Microsimulation approaches", Statistics Canada – Modeling Division

R.H. Coats Building, 24-O Ottawa, K1A 0T6, martin.spielauer@statcan.gc.ca.

Stroock, Daniel W. (2005): "An Introduction to Markov Processes", Springer

Zinn, Sabine (2014): "The MicSim Package of R: An Entry-Level Toolkit for Continuous-Time Microsimulation", International Journal of Microsimulation 7(3) 3-32.

ANNEXE 1:CODES DU MODELE DANS R

```
#Fonction de microsimulation_baseline
> rm(list = ls()) # remove any variables in R's memory
> library(chron)
> library(scales)
> library(ggplot2)
> # Inputs du modèle
> D<- dates("01/01/2020")# Année de début de la simulation
> n.i <- 10000 # nombre d'individus
> n.t <- 5 # horizon temporel de la simulation en années
> v.tc <- c(0.055,0.055,0.055,0.12,0.15) # taux de croissance annuel moyen des
revenus des individus égal au taux de croissance du PIB réel
> e.t <- 0.05 # écart-type de la distribution du taux de croissance des revenus qui suit
une loi normale
> v.resi <- c("UR", "RU")# lieu de résidence: URbain et Rural
> v.pauv <- c("P", "NP")# statut de pauvreté
> v.sex<- c("M", "F")# sexe de l'individu
> v.dead <- c("VI", "MR")# états de vie : VI=vivant et MR = mort
> v.edu <- c("no", "yes")# no : pas à l'école, yes à l'école. Ne s'applique pas pour ceux
qui ne sont pas en âge scolaire (plus de 19 ans et moins de 7 ans)
> v.nut <- c("M", "NM")# états de malnutrition, enfants de moins de 5 ans :M = malnutri
(forme quelconque), et NM = Non malnutri
> v.sec <- c("IA", "SA") # état de sécurité alimentaire : SA = en sécurité alimentaire ; IA
= Insécurité alimentaire
> v.sant <- c("NA", "A")# accès aux services de santé : A = acces ; NA = Non acces
> n.nut<-length(v.nut)
> n.sec<-length(v.sec)
> n.sant <- length(v.sant)
> n.e <- length (v.edu) #
> n.sc <- length (v.resi)# nombre de lieu de résidence
> n.d <- length (v.dead)# nombre d'états de vie
> v.resi_1 <- sample (v.resi, n.i, replace = T, prob =c(0.528,0.472))# état initial de
résidence
> v.dead_1 <- rep("VI",n.i)# état initial des vivants (tout le monde est vivant au départ)
> v.sex_1<- sample(v.sex,n.i,replace =TRUE, prob=c(0.494, 0.506))# état initial des
sexes
> R1 <- 19100 # Ligne de pauvreté monétaire
> R2 <- 14200# ligne d'extrême pauvreté monétaire/pauvreté alimentaire
> v.birth_1<- rep(0, n.i)# état initial des naissances (aucune naissance au départ)
> v.def <- c(1.0,1.025,1.025,1.025,1.02,1.02) # Déflateur du revenu = taux d'inflation
> d.c <- 0
> initBirthDatesRange <- chron(dates=c("01/01/1930", "31/12/2019"),
format=c(dates="d/m/Y"), out.format=c(dates="d/m/year"))# intervalle initial des dates
de naissance
```

```

> Proba <- c(rep(0.01, (8*365.25+365+364)),rep(0.015, 8*365.25),rep(0.025, 8*365.25),
rep(0.04, 8*365.25), rep(0.05, 8*365.25),rep(0.07, 8*365.25), rep(0.08, 8*365.25),
rep(0.11, 8*365.25), rep(0.16, 8*365.25), rep(0.19, 8*365.25), rep(0.25, 8*365.25))#
Vecteur des probabilités de naissance. Les âges sont en tranches de 8 ans, sauf pour la
première (les plus vieux), qui couvre une tranche de 10 ans. On multiplie par 365.25
pour avoir les probabilités en jours, car les naissances sont données au jour près.
> BD <- dates(initBirthDatesRange[1] + sample(diff(initBirthDatesRange),n.i, replace=T,
prob= Proba))# état initial des dates de naissance
> # Transition probabilities (per cycle)
> #education
> p.R1NOYES <-0.55# Probabilité pour un enfant de passer de sans scolarisation a
scolarisé étant non pauvre, revenu > R1
> p.R2NOYES <-0.2# Probabilité pour un enfant de passer de sans scolarisation a
scolarisé étant pauvre, revenu > R2 et < R1
> p.R3NOYES <-0.1# Probabilité pour un enfant de passer de sans scolarisation a
scolarisé étant extrêmement pauvre, revenu <R2
> p.R1YESNO <-0.02# Probabilité pour un enfant de passer de scolarisé a sans
scolarisation étant d'un ménage non pauvre
> p.R2YESNO <-0.1# Probabilité pour un enfant de passer de scolarisé a sans
scolarisation étant d'un ménage pauvre
> p.R3YESNO <-0.5# Probabilité pour un enfant de passer de scolarisé à sans
scolarisation étant d'un ménage extrêmement pauvre
> #Residence
> p.URRU <- 0.01# Urbain a rural
> p.RUUR<- 0.1 # Rural a urbain
> #Nutrition
> p.R1MNM <- 0.4# Malnutri a non malnutri, non pauvre
> p.R2MNM <- 0.1# Malnutri a non malnutri, pauvre
> p.R3MNM <- 0.01# Malnutri a non malnutri, extreme pauvre
> p.R1NMM <- 0.1 # Non-malnutri a malnutri, non pauvre
> p.R2NMM <- 0.5 # Non-malnutri a malnutri, pauvre
> p.R3NMM <- 0.8 # Non-malnutri a malnutri, extreme pauvre
> #Securité alimentaire
> p.R1IASA <- 0.5# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, non pauvre
> p.R2IASA <- 0.1# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, pauvre
> p.R3IASA <- 0.01# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, extrême pauvre
> p.R1SAIA <- 0.01 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, non pauvre
> p.R2SAIA <- 0.5 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, pauvre
> p.R3SAIA <- 0.8 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, extrême pauvre
> #Sante
> p.R1NAA <- 0.5# Non-accès a accès aux services de sante, non pauvre
> p.R2NAA <- 0.1# Non-accès a accès aux services de sante, pauvre
> p.R3NAA <- 0.01# Non-accès a accès aux services de sante, extreme pauvre
> p.R1ANA <- 0.1 # accès a non-accès aux services de santé, non pauvre
> p.R2ANA <- 0.5 # accès a non-accès aux services de santé, pauvre

```

```

> p.R3ANA <- 0.8 # accès a non-accès aux services de santé, extrême pauvre
> #Mortalité
> p.VIMR1 <- 0.009# probabilité de mourir avec un revenu supérieur a R1 : non pauvres
> p.VIMR2 <- 0.01325# probabilité de mourir avec un revenu compris entre R1 et R2 :
Pauvres
> p.VIMR3 <- 0.015# probabilité de mourir avec un revenu inférieur à R2 : extrêmes
pauvres
> p.MRVI <- 0# probabilité de vivre étant mort
> # Fonction
> MicroSim <- fonction(v.resi_1, v.dead_1, n.i, n.t, v.edu, v.resi, v.dead, v.pauv,
v.sex_1, v.birth_1, BD, d.c, TR.out = TRUE, TS.out = TRUE, seed = 1) {
+   # Arguments:
+   # n.i:   number of individuals
+   # n.t:   total number of cycles to run the model
+   #v.edu : vecteur des états d'éducation
+   # seed:  starting seed number for random number generator (default is 1)
+   # TR.out: should the output include a microsimulation trace? (default is TRUE)
+   # TS.out: should the output include a matrix of transitions between states?
(default is TRUE)
+   # Probs:  function for the estimation of transition probabilities
+   # Revfunc: function for the estimation of incomes values
+   v.dwc <- 1 / (1 + d.c) ^ (0:n.t) # calculate the income discount weight based on
the discount rate d.c
+   # On crée les matrices qui vont capturer l'état de tous les individus à chaque
moment
+   m.E <- m.P<- m.J<-m.R <- m.RR<-m.S <- m.D <-m.X <-m.B <-m.N<-m.NP<-
m.NUT <- m.NUT1<- m.SANT <- m.SEC<- State<-matrix(nrow = n.i, ncol = n.t + 1,
dimnames = list(paste("ind", 1:n.i, sep = " "), paste("cycle", 0:n.t, sep = " ")))
+   #m.E : matrice des états d'éducation pour l'ensemble de la population
+   #m.J : matrice des etats d'éducation pour les enfants en age scolaire
+   #m.P : Matrice des etats de pauvrete
+   #m.R : matrice des revenus nominaux
+   #m.RR : matrice des revenus réels
+   #m.S : matrice des lieux de résidence (urbain ou rural)
+   #m.D : matrice des statuts de vie (vivant ou mort)
+   #m.X : matrice des sexes
+   #m.B : matrice des ages
+   #m.N : matrice des naissances
+   #m.NP : matrice de ceux qui ne peuvent pas procréer
+   # m.NUT : etat de malnutrition de l'ensemble de la population
+   #m.NUT1# etat de malnutrition des enfants de moins de 5 ans
+   # m.SANT
+   # m.SEC
+   #State : matrice qui concatenate toutes les autres matrices en une matrice unique
avec tous les états d'un individu a chaque cycle

```

```

+   m.S[,1] <- v.resi_1# On transfère l'état initial de résidence dans la matrice m.S
+   m.D[,1] <- v.dead_1# On transfère l'état initial des statuts de vie dans la matrice
m.D
+   m.X[,1] <- v.sex_1# On transfère l'état initial des sexes dans la matrice m.X
+   m.N[,1] <- v.birth_1#
+   m.NP[,1] <- rep(0, n.i)#On initialise a 0 la matrice de ceux qui ne peuvent pas
procreer
+   #Boucle
+   for (i in 1:n.i) {
+     set.seed(seed + i) # permet de spécifier la valeur de l'amorce du générateur
aléatoire pour chaque individu, ce qui est utile si on veut répéter une simulation
absolument à l'identique. set the seed for every individual for the random number
generator
+     m.B[i,1] <- round(as.numeric(D - BD[i])/365.25)# calcul de l'âge de l'individu i au
départ
+     def <-1
+     m.R[i,1] <- ifelse(m.S[i,1] == "UR", round(rgamma(1,0.69,0.5)*163000, digits =0),
round(rgamma(1,0.29,0.5)*221000))# état initial des revenus nominaux, selon une loi
gamma, fonction du lieu de residence
+     m.RR[i,1] <- m.R[i,1]*def# état initial des revenus réels, déflaté par le taux
d'inflation. A l'année de reference, revenu réel et nominal sont égaux
+     m.E[i,1]<- ifelse(m.RR[i,1] > R1, sample(v.edu, size = 1, prob = c(0.23, 0.77)),
ifelse (m.RR[i,1]< R2, sample (v.edu, prob = c(0.55, 0.45), size =1), sample (v.edu, prob
= c(0.41, 0.59), size =1)))# # Etat initial des statuts d'éducation
+     m.J [i,1]<- ifelse (m.B[i,1]<7 | m.B[i,1] >19, "NA", m.E[i,1])# on cible les enfants
en age scolaire uniquement (7-19 ans selon EPCV 2019-2020)
+     m.P[i,1] <- ifelse(m.RR[i,1]< R1, "P", "NP")# Etat initial statut de pauvrete
+     m.NUT[i,1] <- ifelse(m.RR[i,1] > R1, sample(v.nut, size = 1, prob = c(0.26, 0.74)),
ifelse (m.RR[i,1]< R2, sample(v.nut, size = 1, prob = c(0.40, 0.60)), sample(v.nut, size =
1, prob = c(0.38, 0.62))))# Etat initial de la malnutrition (retard de croissance : 31%) pour
ensemble de la population, source : EPCV 2019
+     m.NUT1[i,1] <- ifelse (m.B[i,1]>=5, "NA", m.NUT[i,1])# Etat initial de la
malnutrition pour les enfants de moins de 5 ans, car les enquêtes nutritionnelles ne
portent que sur cette tranche d'âge
+     m.SEC[i,1]<- ifelse(m.RR[i,1] > R1, sample(v.sec, size = 1, prob = c(0.2, 0.8)),
ifelse (m.RR[i,1]< R2, sample (v.sec, prob = c(0.99, 0.01), size =1), sample (v.sec, prob
= c(0.7, 0.3), size =1)))#
+     m.SANT[i,1]<- ifelse(m.RR[i,1] > R1, sample(v.sant, size = 1, prob = c(0.40,
0.60)), ifelse (m.RR[i,1]< R2, sample(v.sant, size = 1, prob = c(0.70, 0.30)),
sample(v.sant, size = 1, prob = c(0.58, 0.42))))#
+     State[i,1] <-paste(c(m.B[i,1], m.X[i,1], m.S[i,1], m.R[i,1], m.RR[i,1], m.E[i,1],
m.J[i,1], m.N[i,1] , m.NUT[i,1], m.NUT1[i,1], m.SEC[i,1], m.SANT[i,1], m.P[i,1], m.E[i,1],
m.NP[i,1]), collapse="/")# matrice initiale qui concatenate toutes les autres matrices
+     for (t in 1:n.t) {
+       m.B[i,t+1] <- m.B[i,t]+1# augmentation de l'âge chaque année

```



```

+      tc <- v.tc[t]# Taux de croissance moyen des revenus
+      rit <- rnorm(1, tc, e.t)# Calcul du taux de croissance (aléatoire et suivant une
loi normale) du revenu de l'individu i au cours de la période t
+      m.R[i, t + 1] <- round(m.R[i, t]*(1+rit), digits=0) # Calcul de l'évolution du
revenu nominal de l'individu i
+      def <- def*1/v.def[t+1]
+      m.RR[i,t+1] <- round(m.R[i,t+1]*def, digits = 0) # calcul de l'évolution du
revenu réel de l'individu i
+      v.pd1 <- Probsd1 (m.D[i,t])
+      v.pd2 <- Probsd2 (m.D[i,t])
+      v.pd3 <- Probsd3 (m.D[i,t])
+      m.D[i,t+1] <- ifelse(m.RR[i,t+1]>R1, sample(v.dead, prob = v.pd1, size =1),
ifelse (m.RR[i,t+1]< R2, sample (v.dead, prob = v.pd3, size =1), sample (v.dead, prob =
v.pd2, size =1)))# sampling de la mortalité.
+      if (m.D[i,t+1] == "MR") {
+          break# on ne termine pas le cycle et on passe à l'individu suivant, et des
NA apparaitront pour le reste du cycle
+      }
+      m.X[i,t+1] <- m.X[i, t]# le sexe reste inchangé sur toute la durée de projection
+      if (m.X[i,t+1]== "M" | m.B[i,t+1] <15 | m.B[i,t+1]>49){# On identifie ceux qui
ne sont pas femmes et/ou ne sont pas en age de procréer
+          m.NP[i,t+1] <-0# On donne la valeur 0 a ceux qui ne peuvent pas donner
naissance à un enfant
+      } else {
+          m.NP[i,t+1] <-1# On donne 1 a ceux qui peuvent donner naissance à un
enfant
+      }
+      v.p2 <- Probs2(m.S[i,t])# Lieu de residence
+      m.S[i,t+1] <- sample (v.resi, prob = v.p2, size =1)# Residence (urbain ou rural)
+      v.pnut1 <- Probsnut1(m.NUT[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le
cycle t en nutrition pour les non pauvres
+      v.pnut2 <- Probsnut2(m.NUT[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le
cycle t en nutrition pour les pauvres
+      v.pnut3 <- Probsnut1(m.NUT[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le
cycle t en nutrition pour les extremes pauvres
+      m.NUT[i,t+1] <- ifelse (m.RR[i,t+1]> R1, sample (v.nut, prob = v.pnut1, size
=1), ifelse (m.RR[i,t+1]< R2, sample (v.nut, prob = v.pnut3, size =1), sample (v.nut,
prob = v.pnut2, size =1)))# determination du statut nutritionnel en fonction du revenu,
pour l'ensemble de la population
+      m.NUT1[i,t+1]<- ifelse (m.B[i,t+1]>=5, "NA", m.NUT[i,t+1])# restriction aux
enfants de moins de 5 ans
+      v.psec1 <- Probssec1(m.SEC[i,t]) # Probabilite de transition pour le cycle t en
sécurité alimentaire pour les non pauvres
+      v.psec2 <- Probssec2(m.SEC[i,t]) # Probabilite de transition pour le cycle t en
sécurité alimentaire pour les pauvres

```

```

+       v.psec3 <- Probssec3(m.SEC[i,t]) # Probabilite de transition pour le cycle t en
sécurité alimentaire pour les extremes pauvres
+       m.SEC[i,t+1] <- ifelse (m.RR[i,t+1]> R1, sample (v.sec, prob = v.psec1, size
=1), ifelse (m.RR[i,t+1]< R2, sample (v.sec, prob = v.psec3, size =1), sample (v.sec,
prob = v.psec2, size =1)))# determination du statut alimentaire en fonction du revenu
+       v.psant1 <- Probssant1(m.SANT[i,t])# Probabilite de transition pour le cycle t
en acces aux ss pour les non pauvres
+       v.psant2 <- Probssant2(m.SANT[i,t])# Probabilite de transition pour le cycle t
en acces aux ss pour les pauvres
+       v.psant3 <- Probssant3(m.SANT[i,t])# Probabilité de transition pour le cycle t
en accès aux ss pour les extrêmes pauvres
+       m.SANT[i,t+1] <- ifelse (m.RR[i,t+1]> R1, sample (v.sant, prob = v.psant1,
size =1), ifelse (m.RR[i,t+1]< R2, sample (v.sant, prob = v.psant3, size =1), sample
(v.sant, prob = v.psant2, size =1)))# determination du statut d'accès aux ss en fonction
du revenu
+       v.pe1 <- Probse1(m.E[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le cycle t
en education pour les revenus elevés
+       v.pe2 <- Probse2(m.E[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le cycle t
en education pour les revenus moyens
+       v.pe3 <- Probse3(m.E[i,t]) # calcul les probabilités de transition pour le cycle t
en education pour les revenus faibles
+       m.E[i,t+1] <- ifelse (m.RR[i,t+1]>= R1, sample (v.edu, prob = v.pe1, size =1),
ifelse (m.RR[i,t+1]< R2, sample (v.edu, prob = v.pe3, size =1), sample (v.edu, prob =
v.pe2, size =1)))# determination du statut de frequentation primaire en fonction du
revenu, pour l'ensemble de la population
+       m.J [i,t+1]<- ifelse (m.B[i,t+1]<6 | m.B[i,t+1] >13, "NA", m.E[i,t+1])# restriction
de l'education primaire aux enfants dont l'age est compris entre 6 et 13 ans
+       m.P[i,t+1] <- ifelse(m.RR[i,t+1]< R1, "P", "NP")
+       m.N[i,t+1] <- ifelse(m.NP[i,t+1]==0, 0, ifelse(m.N[i,t]==1,0,rbinom(1,1,0.17)))#
Probabilité de donner naissance à un enfant: loi binomial (1 pour naissance d'un enfant
et 0 pour non). Si une femme a eu un enfant l'année t, elle ne peut plus avoir d'enfant
l'année t+1, temps de grossesse
+       State[i,t+1] <- paste(c(m.B[i,t+1],m.X[i,t+1], m.S[i,t+1], m.R[i,t+1],
m.RR[i,t+1], m.E[i,t+1], m.J[i,t+1], m.N[i,t+1], m.NUT[i,t+1], m.NUT1[i,t+1],
m.SEC[i,t+1], m.SANT[i,t+1], m.P[i,t+1], m.E[i,t+1], m.NP[i,t+1]), collapse="")
+     } # close the loop for the time points
+     if(i/100 == round(i/100,0)) {       # display the progress of the simulation
+       cat('\r', paste(i/n.i * 100, "% done", sep = " "))
+     }
+   } # close the loop for the individuals
+   #Calcul des résultats
+   tc <- m.R %*% v.dwc      # Revenu total cumulé sur l'ensemble de la période de
projection par individu (discount)
+   tc_hat <- mean(tc, na.rm = TRUE)      # Moyenne des revenus cumulés

```

```

+   if (TS.out == TRUE) { # donne la transition d'un état à l'autre de l'ensemble des
individus sur toute la période de projection
+     TM <- paste(m.S, cbind(m.S[, -1], NA), sep = "->")# transition from one residence
to another
+     TD <- paste(m.D, cbind(m.D[, -1], NA), sep = "->")# Transition to death
+     TJ <- paste(m.J, cbind(m.J[, -1], NA), sep = "->")# Transition to school
+     TP <- paste(m.P, cbind(m.P[, -1], NA), sep = "->")# Transition to poverty
+     TNUT1 <- paste(m.NUT1, cbind(m.NUT1[, -1], NA), sep = "->")
+     TSANT <- paste(m.SANT, cbind(m.SANT[, -1], NA), sep = "->")
+     TSEC <- paste(m.SEC, cbind(m.SEC[, -1], NA), sep = "->")
+     TM <- matrix(TM, nrow = n.i)
+     TD <- matrix(TD, nrow = n.i)
+     TJ <- matrix(TJ, nrow = n.i)
+     TP <- matrix(TP, nrow = n.i)
+     TNUT1 <- matrix(TNUT1, nrow = n.i)
+     TSANT <- matrix(TSANT, nrow = n.i)
+     TSEC <- matrix(TSEC, nrow = n.i)
+     rownames(TM) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TD) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TJ) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TP) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TNUT1) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TSANT) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     rownames(TSEC) <- paste("Ind", 1:n.i, sep = " ") # name the rows
+     colnames(TM) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TD) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TJ) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TP) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TNUT1) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TSANT) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+     colnames(TSEC) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the columns
+   } else {
+     TM <- NULL
+     TD <- NULL
+     TJ <- NULL
+     TP <- NULL
+     TNUT1 <- NULL
+     TSANT <- NULL
+     TSEC <- NULL
+   }
+   if (TR.out == TRUE) { # donne le % de la population pour un état donné, et son
évolution tout au long de la projection
+     TP <- t(apply(m.S, 2, fonction(x) table(factor(x, levels = v.resi, ordered = TRUE))))
+     TP <- TP / n.i # create a distribution trace
+     rownames(TP) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the rows

```

```

+   colnames(TP) <- v.resi                               # name the columns
+   TQ <- t(apply(m.D, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.dead, ordered =
TRUE))))
+   TQ <- TQ / n.i                                       # create a distribution trace
+   rownames(TQ) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ")    # name the rows
+   colnames(TQ) <- v.dead                               # name the columns
+   TG <- t(apply(m.J, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.edu, ordered = TRUE))))
+   TG <- TG / n.i                                       # create a distribution trace
+   rownames(TG) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ")    # name the rows
+   colnames(TG) <- v.edu                               # name the columns
+   TPr <- t(apply(m.P, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.pauv, ordered =
TRUE))))
+   TPr <- TPr / n.i                                     # create a distribution trace
+   rownames(TPr) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ")   # name the rows
+   colnames(TPr) <- v.pauv                             # name the columns
+   TNUTtr <- t(apply(m.NUT1, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.nut, ordered =
TRUE))))
+   TNUTtr <- TNUTtr / n.i                              # create a distribution trace
+   rownames(TNUTtr) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the rows
+   colnames(TNUTtr) <- v.nut                           # name the columns
+   TSANTtr <- t(apply(m.SANT, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.sant, ordered
= TRUE))))
+   TSANTtr <- TSANTtr / n.i                            # create a distribution trace
+   rownames(TSANTtr) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the rows
+   colnames(TSANTtr) <- v.sant                         # name the columns
+   TSECtr <- t(apply(m.SEC, 2, function(x) table(factor(x, levels = v.sec, ordered =
TRUE))))
+   TSECtr <- TSECtr / n.i                              # create a distribution trace
+   rownames(TSECtr) <- paste("Cycle", 0:n.t, sep = " ") # name the rows
+   colnames(TSECtr) <- v.sec                           # name the columns
+ } else {
+   TP <- NULL
+   TQ <- NULL
+   TG <- NULL
+   Tpr <- NULL
+   TNUTtr <- NULL
+   TSANTtr <- NULL
+   TSECtr <- NULL
+ }
+ results <- list(m.S = m.S, m.R = m.R, m.RR = m.RR, m.E = m.E, m.J = m.J, m.D =
m.D, m.X=m.X, m.B=m.B, m.N=m.N, m.NP = m.NP, m.P = m.P, m.NUT1=m.NUT1,
m.NUT=m.NUT, m.SANT = m.SANT, m.SEC = m.SEC, BD=BD, State=State, tc = tc,
tc_hat = tc_hat, TM = TM, TP = TP, TQ = TQ, TG=TG, TJ=TJ, TPr = TPr, TNUTtr =
TNUTtr, TSANTtr = TSANTtr, TSECtr = TSECtr, TNUT1 = TNUT1, TSANT = TSANT,
TSEC = TSEC) # store the results from the simulation in a list

```

```

+   return(results) # return the results
+ } # fin de la fonction MicroSim
> # Fonctions de probabilité de transition
> # La fonction Probs2 met à jour les probabilités de transition entre urbain et rural à
chaque cycle.
> Probs2 <- fonction(S_it) {
+   # S_it: statut de résidence occupé par l'individu i au cycle t (variable caractère)
+   v.p2.it <- rep(NA, n.sc) # crée un vecteur des probabilités des états de transition
+   names(v.p2.it) <- v.resi # name the vector
+   # met à jour v.p2.it avec les probabilités appropriées
+   v.p2.it[S_it == "UR"] <- c(1 - p.URRU, p.URRU) # transition probabilities when
+   v.p2.it[S_it == "RU"] <- c(p.RUUR, 1- p.RUUR) # transition probabilities when
+   ifelse(sum(v.p2.it) == 1, return(v.p2.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probsnut1 met à jour les probabilités de transition en nutrition à chaque cycle pour
les individus non pauvres
> Probsnut1 <- fonction(NU_it) {
+   # NU_it: Etat nutritionnel de l'individu i au cycle t
+   v.pnut1.it <- rep(NA, n.nut) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+   names(v.pnut1.it) <- v.nut # name the vector
+   # met à jour v.pnut1.it avec les probabilités appropriées
+   v.pnut1.it[NU_it == "M"] <- c(1 - p.R1MNM, p.R1MNM)
+   v.pnut1.it[NU_it == "NM"] <- c(p.R1NMM, 1- p.R1NMM)
+   ifelse(sum(v.pnut1.it) == 1, return(v.pnut1.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probsnut2 met à jour les probabilités de transition en nutrition à chaque cycle pour
les individus pauvres
> Probsnut2 <- fonction(NU_it) {
+   # NU_it: Etat nutritionnel de l'individu i au cycle t
+   v.pnut2.it <- rep(NA, n.nut) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+   names(v.pnut2.it) <- v.nut # name the vector
+   # met à jour v.pnut2.it avec les probabilités appropriées
+   v.pnut2.it[NU_it == "M"] <- c(1 - p.R2MNM, p.R2MNM)
+   v.pnut2.it[NU_it == "NM"] <- c(p.R2NMM, 1- p.R2NMM)
+   ifelse(sum(v.pnut2.it) == 1, return(v.pnut2.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probsnut3 met à jour les probabilités de transition en nutrition à chaque cycle pour
les individus extreme pauvres
> Probsnut3 <- fonction(NU_it) {
+   # NU_it: Etat nutritionnel de l'individu i au cycle t

```

```

+ v.pnut3.it <- rep(NA, n.nut) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+ names(v.pnut3.it) <- v.nut # name the vector
+ # met à jour v.pnut3.it avec les probabilités appropriées
+ v.pnut3.it[NU_it == "M"] <- c(1 - p.R3MNM, p.R3MNM)
+ v.pnut3.it[NU_it == "NM"] <- c(p.R3NMM, 1- p.R3NMM)
+ ifelse(sum(v.pnut3.it) == 1, return(v.pnut3.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssec1 met à jour les probabilités de transition en sécurité alimentaire à chaque
cycle pour les individus non pauvres
> Probssec1 <- fonction(SE_it) {
+ # SE_it: Etat alimentaire de l'individu i au cycle t
+ v.psec1.it <- rep(NA, n.sec) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+ names(v.psec1.it) <- v.sec # name the vector
+ # met à jour v.psec1.it avec les probabilités appropriées
+ v.psec1.it[SE_it == "IA"] <- c(1 - p.R1IASA, p.R1IASA)
+ v.psec1.it[SE_it == "SA"] <- c(p.R1SAIA, 1- p.R1SAIA)
+ ifelse(sum(v.psec1.it) == 1, return(v.psec1.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssec2 met à jour les probabilités de transition en sécurité alimentaire à chaque
cycle pour les individus pauvres
> Probssec2 <- fonction(SE_it) {
+ # SE_it: Etat alimentaire de l'individu i au cycle t
+ v.psec2.it <- rep(NA, n.sec) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+ names(v.psec2.it) <- v.sec # name the vector
+ # met à jour v.psec2.it avec les probabilités appropriées
+ v.psec2.it[SE_it == "IA"] <- c(1 - p.R2IASA, p.R2IASA)
+ v.psec2.it[SE_it == "SA"] <- c(p.R2SAIA, 1- p.R2SAIA)
+ ifelse(sum(v.psec2.it) == 1, return(v.psec2.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssec3 met à jour les probabilités de transition en sécurité alimentaire à chaque
cycle pour les individus extremes pauvres
> Probssec3 <- fonction(SE_it) {
+ # SE_it: Etat alimentaire de l'individu i au cycle t
+ v.psec3.it <- rep(NA, n.sec) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+ names(v.psec3.it) <- v.sec # name the vector
+ # met à jour v.psec3.it avec les probabilités appropriées
+ v.psec3.it[SE_it == "IA"] <- c(1 - p.R3IASA, p.R3IASA)
+ v.psec3.it[SE_it == "SA"] <- c(p.R3SAIA, 1- p.R3SAIA)

```

```

+   ifelse(sum(v.psec3.it) == 1, return(v.psec3.it), print("Probabilities do not sum to 1"))
# return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssant1 met à jour les probabilités de transition en matière d'accès aux services
de sante à chaque cycle pour les individus non pauvres
> Probssant1 <- fonction(SA_it) {
+   # SA_it:  Etat d'accès aux ss de l'individu i au cycle t
+   v.psant1.it <- rep(NA, n.sant) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+   names(v.psant1.it) <- v.sant # name the vector
+   # met à jour v.psant1.it avec les probabilités appropriées
+   v.psant1.it[SA_it == "NA"] <- c(1 - p.R1NAA, p.R1NAA)
+   v.psant1.it[SA_it == "A"] <- c(p.R1ANA, 1- p.R1ANA)
+   ifelse(sum(v.psant1.it) == 1, return(v.psant1.it), print("Probabilities do not sum to
1")) # return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssant2 met à jour les probabilités de transition en matière d'accès aux services
de santé à chaque cycle pour les individus  pauvres
> Probssant2 <- fonction(SA_it) {
+   # SA_it:  Etat d'accès aux ss de l'individu i au cycle t
+   v.psant2.it <- rep(NA, n.sant) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+   names(v.psant2.it) <- v.sant # name the vector
+   # met à jour v.psant2.it avec les probabilités appropriées
+   v.psant2.it[SA_it == "NA"] <- c(1 - p.R2NAA, p.R2NAA)
+   v.psant2.it[SA_it == "A"] <- c(p.R2ANA, 1- p.R2ANA)
+   ifelse(sum(v.psant2.it) == 1, return(v.psant2.it), print("Probabilities do not sum to
1")) # return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probssant3 met à jour les probabilités de transition en matière d'accès aux services
de sante à chaque cycle pour les individus extremes pauvres
> Probssant3 <- fonction(SA_it) {
+   # SA_it:  Etat d'accès aux ss de l'individu i au cycle t
+   v.psant3.it <- rep(NA, n.sant) # crée un vecteur des probabilités des états de
transition
+   names(v.psant3.it) <- v.sant # name the vector
+   # met à jour v.psant3.it avec les probabilités appropriées
+   v.psant3.it[SA_it == "NA"] <- c(1 - p.R3NAA, p.R3NAA)
+   v.psant3.it[SA_it == "A"] <- c(p.R3ANA, 1- p.R3ANA)
+   ifelse(sum(v.psant3.it) == 1, return(v.psant3.it), print("Probabilities do not sum to
1")) # return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probse1 met à jour les probabilités de transition a l'école à chaque cycle pour les
individus de revenus superieurs R1
> Probse1 <- fonction(E_it) {

```

```

+ # E_it: Etat educatif occupé par l'individu i au cycle t (variable caractère)
+ v.pe1.it <- rep(NA, n.e) # crée un vecteur des probabilités des états de transition
+ names(v.pe1.it) <- v.edu # name the vector
+ # met à jour v.pe1.it avec les probabilités appropriées
+ v.pe1.it[E_it == "no"] <- c(1 - p.R1NOYES, p.R1NOYES)
+ v.pe1.it[E_it == "yes"] <- c(p.R1YESNO, 1- p.R1YESNO)
+ ifelse(sum(v.pe1.it) == 1, return(v.pe1.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probse2 met à jour les probabilités de transition a l'école à chaque cycle pour les
individus de revenus moyen R2
> Probse2 <- function(E_it) {
+ # E_it: Etat educatif occupé par l'individu i au cycle t (variable caractère)
+ v.pe2.it <- rep(NA, n.e) # crée un vecteur des probabilités des états de transition
+ names(v.pe2.it) <- v.edu # name the vector
+ # met à jour v.pe2.it avec les probabilités appropriées
+ v.pe2.it[E_it == "no"] <- c(1 - p.R2NOYES, p.R2NOYES)
+ v.pe2.it[E_it == "yes"] <- c(p.R2YESNO, 1- p.R2YESNO)
+ ifelse(sum(v.pe2.it) == 1, return(v.pe2.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probse3 met à jour les probabilités de transition a l'école à chaque cycle pour les
individus de revenus faibles R3
> Probse3 <- function(E_it) {
+ # E_it: Etat educatif occupé par l'individu i au cycle t (variable caractère)
+ v.pe3.it <- rep(NA, n.e) # crée un vecteur des probabilités des états de transition
+ names(v.pe3.it) <- v.edu # name the vector
+ # met à jour v.pe3.it avec les probabilités appropriées
+ v.pe3.it[E_it == "no"] <- c(1 - p.R3NOYES, p.R3NOYES)
+ v.pe3.it[E_it == "yes"] <- c(p.R3YESNO, 1- p.R3YESNO)
+ ifelse(sum(v.pe3.it) == 1, return(v.pe3.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probsd1 met à jour les probabilités de décès à chaque cycle pour les individus non
pauvres
> Probsd1 <- function(D_it) {
+ # D_it : etat de vie de l'individu i au cycle t (variable caractere)
+ v.pd1.it <- rep(NA, n.d) # create vector of state transition probabilities
+ names(v.pd1.it) <- v.dead # name the vector
+ # update v.pd1.it with the appropriate probabilities
+ v.pd1.it[D_it == "VI"] <- c(1-p.VIMR1, p.VIMR1)
+ v.pd1.it[D_it == "MR"] <- c(p.MRVI, 1-p.MRVI)
+ ifelse(sum(v.pd1.it) == 1, return(v.pd1.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }

```



```

> #Probsd2 met à jour les probabilités de décès à chaque cycle pour les individus
pauvres
> Probsd2 <- function(D_it) {
+   # D_it : etat de vie de l'individu i au cycle t (variable caractere)
+   v.pd2.it <- rep(NA, n.d)   # create vector of state transition probabilities
+   names(v.pd2.it) <- v.dead   # name the vector
+   # update v.pd2.it with the appropriate probabilities
+   v.pd2.it[D_it == "VI"] <- c(1-p.VIMR2, p.VIMR2)
+   v.pd2.it[D_it == "MR"] <- c(p.MRVI, 1-p.MRVI)
+   ifelse(sum(v.pd2.it) == 1, return(v.pd2.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> #Probsd3 met à jour les probabilités de décès à chaque cycle pour les individus
extremes pauvres
> Probsd3 <- function(D_it) {
+   # D_it : etat de vie de l'individu i au cycle t (variable caractere)
+   v.pd3.it <- rep(NA, n.d)   # create vector of state transition probabilities
+   names(v.pd3.it) <- v.dead   # name the vector
+   # update v.pd3.it with the appropriate probabilities
+   v.pd3.it[D_it == "VI"] <- c(1-p.VIMR3, p.VIMR3)
+   v.pd3.it[D_it == "MR"] <- c(p.MRVI, 1-p.MRVI)
+   ifelse(sum(v.pd3.it) == 1, return(v.pd3.it), print("Probabilities do not sum to 1")) #
return the transition probabilities or produce an error
+ }
> # Execution de la simulation
> sim_Rev <- MicroSim(v.resi_1, v.dead_1, n.i, n.t, v.edu, v.resi, v.dead, v.pauv,
v.sex_1, v.birth_1, BD, d.c) # run
100 % done> v.C <- sim_Rev$tc_hat
> #Exportation des resultats dans EXCEL
> library(openxlsx)
> Rev_sim<-sim_Rev[["m.R"]]*#
> DF.REV_sim<-data.frame(Rev_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.REV_sim, file ="Result_Rev.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL sous le nom « Result_Rev.xlsx »
> Edu_sim<-sim_Rev[["m.J"]]*#
> DF.EDU_sim<-data.frame(Edu_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.EDU_sim, file ="Result_Edu.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> EduT_sim<-sim_Rev[["m.E"]]*#
> DF.EDUT_sim<-data.frame(EduT_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.EDUT_sim, file ="Result_EduT.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Pov_sim<-sim_Rev[["m.P"]]*#
> DF.POV_sim<-data.frame(Pov_sim)# transformation du tableau en data.frame

```

```

> write.xlsx(DF.POV_sim, file = "Result_Pov.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Vie_sim<-sim_Rev[["m.D"]]*#
> DF.VIE_sim<-data.frame(Vie_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.VIE_sim, file = "Result_Vie.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Naiss_sim<-sim_Rev[["m.N"]]*#
> DF.NAISS_sim<-data.frame(Naiss_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.NAISS_sim, file = "Result_Naiss.xlsx", asTable = TRUE,
colNames=TRUE, rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Sant_sim<-sim_Rev[["m.SANT"]]*#
> DF.SANT_sim<-data.frame(Sant_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.SANT_sim, file = "Result_Sant.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Sec_sim<-sim_Rev[["m.SEC"]]*#
> DF.SEC_sim<-data.frame(Sec_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.SEC_sim, file = "Result_Sec.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Fap_sim<-sim_Rev[["m.NP"]]*#
> DF.FAP_sim<-data.frame(Fap_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.FAP_sim, file = "Result_Fap.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Nut_sim<-sim_Rev[["m.NUT"]]*#
> DF.NUT_sim<-data.frame(Nut_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.NUT_sim, file = "Result_Nut.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> Nut1_sim<-sim_Rev[["m.NUT1"]]*#
> DF.NUT1_sim<-data.frame(Nut1_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.NUT1_sim, file = "Result_Nut1.xlsx", asTable = TRUE, colNames=TRUE,
rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL
> #Calculs sur le revenu
> M.Result<-matrix(NA,n.i,7, dimnames = list(c(1:n.i),
c("Rev_init","Rev_fin","Rev_mean","F_croiss_per","Tx_croiss_per","F_croiss_an","Tx_croiss
_an"))))
> M.Result[,1]<-DF.REV_sim[,1]# On extrait de DF.REV_sim la 1ere colonne contenant
les revenus initiaux de l'ensemble de la population que l'on met dans la 1ere colonne
de M.Result
> M.Result[,2]<-DF.REV_sim[,n.t+1]# On extrait de DF.REV_sim la derniere colonne
contenant les revenus finaux de l'ensemble de la population que l'on met dans la 2eme
colonne de M.Result
> M.Result[,3]<-round (apply(Rev_sim,1,mean), digits = 0) # On calcule le revenu
moyen sur la période de chaque individu que l'on place dans la colonne 3 de M.Result
> M.Result[,4]<-round(M.Result[,2]/M.Result[,1], digits = 2) # on divise le revenu final
par le revenu initial, ce qui nous donne le facteur de croissance sur l'ensemble de la
période, et on met dans la colonne 4 de M.Result

```

```

> M.Result[,5]<-round((M.Result[,2]/M.Result[,1])-1, digits =2) #on calcule le taux de
croissance du revenu sur l'ensemble de la période, qui est inséré dans la colonne 5
> M.Result[,6]<-round((M.Result[,4])** (1/n.t), digits =2)# On prend la racine n.t ème
(longueur de la simulation) du facteur de croissance sur l'ensemble de la période, ce qui
nous donne le facteur de croissance annuel
> M.Result[,7]<-label_percent (accuracy = 0.01, scale =100, suffix = "%") (M.Result[,6]-
1)# Donne le taux de croissance annuel du revenu de chaque individu, en %
> #Croissance des revenus totaux par periode
> Tot_per<-round(colSums(DF.REV_sim,na.rm = TRUE), digits =2)# revenus totaux par
periode
> Croiss_Tot_rev<-round((Tot_per[n.t+1]/Tot_per[1])-1, digits = 2)# Taux de croissance
sur l'ensemble de la periode des revenus totaux
> Croiss_an_rev<- (Croiss_Tot_rev+1)**(1/n.t)-1 # Croissance annuelle moyenne des
revenus totaux
> MoyR <- round(colMeans(DF.REV_sim,na.rm = TRUE), digits =2)#Moyenne des
revenus annuels sur la periode
> Croiss_MoyR<-round((MoyR[n.t+1]/MoyR[1])-1, digits = 2)# Taux de croissance sur
l'ensemble de la période du revenu moyen
> Croiss_an_MoyR<- (Croiss_MoyR+1)**(1/n.t)-1 # Croissance moyenne annuelle du
revenu moyen
> #Caculs sur les revenus réels
> RevR_sim<-sim_Rev[["m.RR"]>#
> DF.REVR_sim<-data.frame(RevR_sim)# transformation du tableau en data.frame
> write.xlsx(DF.REVR_sim, file ="Result_RevR.xlsx", asTable = TRUE,
colNames=TRUE, rowNames=TRUE)# exportation dans EXCEL sous le nom «
Result_RevR.xlsx »
> #Calculs sur le revenu
> M.ResultR<-matrix(NA,n.i,7, dimnames = list(c(1:n.i),
c("Rev_init","Rev_fin","Rev_mean","F_croiss_per","Tx_croiss_per","F_croiss_an","Tx_croiss
_an")))
> M.ResultR[,1]<-DF.REVR_sim[,1]# On extrait de DF.REVR_sim la 1ere colonne
contenant les revenus initiaux de l'ensemble de la population que l'on met dans la 1ere
colonne de M.ResultR
> M.ResultR[,2]<-DF.REVR_sim[,n.t+1]# On extrait de DF.REVR_sim la derniere
colonne contenant les revenus finaux de l'ensemble de la population que l'on met dans
la 2eme colonne de M.ResultR
> M.ResultR[,3]<-round (apply(RevR_sim,1,mean), digits = 0) # On calcule le revenu
moyen sur la période de chaque individu que l'on place dans la colonne 3 de M.ResultR
> M.ResultR[,4]<-round(M.ResultR[,2]/M.ResultR[,1], digits = 2) # on divise le revenu
final par le revenu initial, ce qui nous donne le facteur de croissance sur l'ensemble de
la période, et on met dans la colonne 4 de M.ResultR
> M.ResultR[,5]<-round((M.ResultR[,2]/M.ResultR[,1])-1, digits =2) #on calcule le taux
de croissance du revenu sur l'ensemble de la période, qui est inséré dans la colonne 5

```

```

> M.ResultR[,6]<-round((M.ResultR[,4])** (1/n.t), digits =2)# On prend la racine n.t ème
(longueur de la simulation) du facteur de croissance sur l'ensemble de la période, ce qui
nous donne le facteur de croissance annuel
> M.ResultR[,7]<-label_percent (accuracy = 0.01,scale =100, suffix = "%")
(M.ResultR[,6]-1)# Donne le taux de croissance annuel du revenu de chaque individu,
en %
> #Croissance des revenus totaux par periode
> Tot_perR<-round(colSums(DF.REVR_sim,na.rm = TRUE), digits =2)# revenus totaux
par période
> Croiss_Tot_revR<-round((Tot_perR[n.t+1]/Tot_perR[1])-1, digits = 2)# Taux de
croissance sur l'ensemble de la periode des revenus totaux
> Croiss_an_revR<- (Croiss_Tot_revR+1)**(1/n.t)-1 # Croissance annuelle moyenne des
revenus totaux
> MoyRR <- round(colMeans(DF.REVR_sim,na.rm = TRUE), digits =2)#Moyenne des
revenus sur la periode
> MoyRR <- round(colMeans(DF.REVR_sim,na.rm = TRUE), digits =2)#Moyenne des
revenus annuels sur la periode
> Croiss_MoyRR<-round((MoyRR[n.t+1]/MoyRR[1])-1, digits = 2)# Taux de croissance
sur l'ensemble de la période du revenu moyen
> Croiss_an_MoyRR<- (Croiss_MoyRR+1)**(1/n.t)-1 # Croissance moyenne annuelle
du revenu moyen

```

ANNEXE 2 : RESULTATS DETAILLES

RESULTATS DETAILLES PAR INDIVIDU

Le tableau ci-dessous présente les résultats du modèle, détaillés par individu. Nous nous sommes limités aux 10 premiers individus sur les 10.000, et avons surligné en jaune l'individu 7 que nous allons prendre en exemple.

L'individu 7 au cycle 0, année de base, de gauche à droite, a 36 ans ("36", est une femme (F), vit en milieu rural (RU), a un revenu annuel de 45.152 MRU, n'est pas concernée par l'école (NA), n'est pas concerné par l'indicateur de nutrition qui ne s'adresse qu'aux moins de 5 ans (NA), est en sécurité alimentaire (SA), n'a pas accès à des services de santé (NA) et est non pauvre (NP).

Au cycle suivant, cycle 1, on peut noter l'évolution du statut de cette personne, ainsi de suite jusqu'à la fin de la période de projection, cycle 5 (pour des questions d'espace, il n'a pas été possible de présenter tous les cycles et tous les individus).

	cycle 0	cycle 1	cycle 2
ind 1	"53/M/UR/39185/NA/NA/IA/NA/NP"	"54/M/UR/39125/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"55/M/UR/40808/NA/0/NA/SA/NA/NP"
ind 2	"30/F/RU/1337/NA/NA/IA/NA/P"	"31/F/RU/1334/NA/1/NA/IA/NA/P"	"32/F/RU/1471/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 3	"52/F/UR/208450/NA/NA/IA/A/NP"	"53/F/UR/226126/NA/0/NA/SA/A/NP"	"54/F/UR/236153/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 4	"18/F/RU/2447/yes/NA/IA/A/P"	"19/F/RU/2590/NA/0/NA/IA/NA/P"	"20/F/RU/2624/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 5	"20/F/RU/49/NA/NA/IA/A/P"	"21/F/RU/50/NA/0/NA/IA/A/P"	"22/F/UR/54/NA/1/NA/IA/NA/P"
ind 6	"51/M/UR/1272827/NA/NA/SA/NA/NP"	"52/M/UR/1316594/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"53/M/UR/1381308/NA/0/NA/SA/NA/NP"
ind 7	"36/F/RU/45152/NA/NA/SA/NA/NP"	"37/F/RU/46392/NA/0/NA/SA/A/NP"	"38/F/RU/52329/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 8	"30/M/UR/50951/NA/NA/SA/A/NP"	"31/M/RU/53046/NA/0/NA/SA/A/NP"	"32/M/UR/55915/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 9	"30/M/UR/169303/NA/NA/SA/A/NP"	"31/M/UR/173543/NA/0/NA/SA/A/NP"	"32/M/UR/179932/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 10	"45/M/RU/7518/NA/NA/IA/A/P"	"46/M/RU/7419/NA/0/NA/IA/A/P"	"47/M/RU/8059/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 11	"88/M/RU/63/NA/NA/IA/A/P"	"89/M/RU/64/NA/0/NA/IA/NA/P"	"90/M/RU/66/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 12	"2/F/UR/275622/NA/NM/SA/NA/NP"	"3/F/UR/266823/NA/0/NM/SA/A/NP"	"4/F/UR/284584/NA/0/NM/SA/A/NP"
ind 13	"3/M/UR/62104/NA/NM/IA/A/NP"	"4/M/UR/70169/NA/0/NM/SA/A/NP"	"5/M/UR/77779/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 14	"1/M/UR/216915/NA/NM/SA/NA/NP"	"2/M/UR/238576/NA/0/NM/SA/NA/NP"	"3/M/UR/264709/NA/0/NM/SA/NA/NP"
ind 15	"37/F/RU/168464/NA/NA/IA/NA/NP"	"38/F/RU/168606/NA/0/NA/IA/A/NP"	"39/F/RU/182711/NA/1/NA/SA/A/NP"
ind 16	"4/F/UR/30365/NA/NM/SA/NA/NP"	"5/F/UR/30724/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"6/F/UR/31434/yes/0/NA/SA/NA/NP"
ind 17	"26/M/RU/900488/NA/NA/SA/A/NP"	"27/M/RU/934613/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"28/M/RU/988999/NA/0/NA/SA/NA/NP"
ind 18	"52/M/UR/20223/NA/NA/SA/NA/NP"	"53/M/UR/21943/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"54/M/UR/23337/NA/0/NA/SA/NA/NP"
ind 19	"19/F/UR/489830/yes/NA/IA/NA/NP"	"20/F/UR/484133/NA/0/NA/IA/A/NP"	"21/F/UR/507847/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 20	"12/M/UR/269419/no/NA/SA/A/NP"	"13/M/UR/313838/yes/0/NA/SA/A/NP"	"14/M/UR/332095/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 21	"82/M/UR/80670/NA/NA/SA/NA/NP"	"83/M/UR/84264/NA/0/NA/SA/A/NP"	"84/M/UR/88056/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 22	"43/F/UR/203724/NA/NA/IA/NA/NP"	"44/F/UR/225080/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"45/F/UR/240123/NA/0/NA/SA/NA/NP"
ind 23	"13/M/UR/9050/yes/NA/IA/A/P"	"14/M/UR/9931/NA/0/NA/IA/NA/P"	"15/M/UR/10056/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 24	"73/F/UR/126980/NA/NA/SA/NA/NP"	"74/F/UR/136005/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"75/F/UR/146962/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 25	"20/F/UR/1191/NA/NA/IA/NA/P"	"21/F/UR/1306/NA/0/NA/IA/NA/P"	"22/F/UR/1346/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 26	"6/M/UR/968024/NA/NA/SA/A/NP"	"7/M/UR/950724/no/0/NA/SA/A/NP"	"8/M/UR/1058033/no/0/NA/SA/A/NP"
ind 27	"1/F/RU/3/NA/M/IA/A/P"	"2/F/UR/3/NA/0/NM/IA/NA/P"	"3/F/UR/3/NA/0/M/IA/NA/P"
ind 28	"57/M/RU/221/NA/NA/IA/A/P"	"58/M/RU/220/NA/0/NA/IA/NA/P"	"59/M/RU/237/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 29	"54/F/UR/15798/NA/NA/IA/A/P"	"55/F/UR/15817/NA/0/NA/IA/NA/P"	"56/F/UR/17443/NA/0/NA/IA/NA/P"
ind 30	"67/M/RU/66701/NA/NA/IA/A/NP"	"68/M/RU/75393/NA/0/NA/SA/A/NP"	"69/M/RU/74735/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 31	"2/M/UR/59784/NA/NM/SA/NA/NP"	"3/M/RU/65122/NA/0/NM/SA/NA/NP"	"4/M/UR/66671/NA/0/NM/SA/NA/NP"
ind 32	"15/M/UR/140379/yes/NA/IA/A/NP"	"16/M/UR/146989/NA/0/NA/SA/A/NP"	"17/M/UR/160796/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 33	"81/F/RU/38362/NA/NA/SA/A/NP"	"82/F/RU/39598/NA/0/NA/SA/A/NP"	"83/F/RU/41761/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 34	"6/F/UR/438398/NA/NA/SA/A/NP"	NA	NA
ind 35	"62/F/UR/122200/NA/NA/SA/A/NP"	"63/F/UR/139308/NA/0/NA/SA/A/NP"	"64/F/UR/136975/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 36	"12/F/UR/190064/yes/NA/SA/NA/NP"	"13/F/UR/197726/yes/0/NA/SA/A/NP"	"14/F/UR/222076/NA/0/NA/SA/A/NP"
ind 37	"2/M/UR/119873/NA/NM/SA/NA/NP"	"3/M/UR/126617/NA/0/NM/SA/NA/NP"	"4/M/UR/133631/NA/0/NM/SA/NA/NP"
ind 38	"10/F/UR/131549/yes/NA/SA/NA/NP"	"11/F/UR/134864/yes/0/NA/SA/A/NP"	"12/F/UR/138084/yes/0/NA/SA/A/NP"
ind 39	"4/F/RU/2234/NA/NM/IA/A/P"	"5/F/RU/2198/NA/0/NA/IA/NA/P"	"6/F/RU/2311/no/0/NA/IA/NA/P"
ind 40	"36/M/RU/3053/NA/NA/IA/A/P"	"37/M/RU/3287/NA/0/NA/IA/NA/P"	"38/M/RU/3247/NA/0/NA/IA/NA/P"

