

ANALYSE DE L'IMPACT DE LA HAUSSE DES PRIX DES PRODUITS DE BASE SUR LES MENAGES AU BURKINA FASO

Jun 2023

Table des matières

<i>ACRONYMES ET ABREVIATIONS</i>	2
<i>RESUME</i>	3
<i>I. INTRODUCTION</i>	8
<i>II. RELATIONS ECONOMIQUES AVEC LA RUSSIE ET L'UKRAINE</i>	12
<i>III. ETAT DE LA PAUVRETE ET DE LA VULNERABILITE AU BURKINA</i>	14
<i>IV. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET CHAMP D'ANALYSE</i>	19
<i>V. DONNEES UTILISEES</i>	26
<i>VI. LIMITES DE L'ETUDE</i>	29
<i>VII. RESULTATS DES MICROSIMULATIONS</i>	30
<i>VIII. COUTS DES MESURES D'ATTENUATION DE LA CRISE</i>	34
<i>IX. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS</i>	37
<i>X. CONCLUSION</i>	39
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	40
<i>ANNEXE 1:CODES DU MODELE DANS LE LOGICIEL R</i>	41
<i>ANNEXE 2: RESULTATS DETAILLES</i>	56

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

BAD :	Banque Africaine de Développement
CEDEAO :	Communauté Economique des Etats de l’Afrique de l’Ouest
COVID-19 :	Coronavirus Disease 2019
DPBEP :	Document de Programmation Budgétaire et Economique Pluriannuelle
EDS :	Enquête Démographique et de Santé
EHCVM :	Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages
EMC :	Enquête Multisectorielle Continue
INSD :	Institut National de la Statistique et de la Démographie
ODD :	Objectifs de Développement Durable
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PDSEB :	Programme de Développement Stratégique de l’Education de Base
PIB :	Produit Intérieur Brut
PNDES :	Plan National de Développement Economique et Social
RGPH :	Recensement Général de la Population et de l’Habitation
SG	Secrétaire Général des Nations Unies
ST-ESU :	Secrétariat Technique de l’Education en Situation d’Urgence
TBA :	Taux Brut d’Admission
TBN :	Taux Brut de Natalité
TBS :	Taux Brut de Scolarisation
TCBC :	Taux de Couverture des Besoins Céréaliers
TDR:	Termes de Référence
UNICEF:	United Nations International Children’s Emergency Fund
USD:	United States Dollar

RESUME

L'étude a pour objectif d'analyser l'impact de la guerre russo-ukrainienne, notamment la hausse des prix des denrées de première nécessité qu'elle a engendrée, sur les ménages Burkinabè. A cet effet, les techniques de microsimulation ont été utilisées pour analyser l'impact de la forte hausse des prix, notamment en 2022, sur la pauvreté des ménages, sur la malnutrition des enfants, sur la sécurité alimentaire, ainsi que sur l'accès à des services sociaux de base comme l'éducation et la santé.

Une population virtuelle, représentative de la population du Burkina a été créée, et sur laquelle les simulations ont porté. Les principales caractéristiques de cette population virtuelle 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
6. La fréquentation scolaire ou non
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.

Les principales hypothèses de projection sont les suivantes :

- Année de base : 2020
- Période de projection : 5 ans
- Taille de l'échantillon : 10.000 personnes
- Le niveau initial du revenu des individus est déterminé sur la base de plusieurs informations émanant de l'enquête EHCVM 2018
- 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 les matrices de transitions.
- Le statut de pauvreté d'un individu est déterminé en comparant son niveau de revenu réel avec la ligne de pauvreté.
- Les taux de décès et de naissance sont déterminés sur la base des statistiques officielles.

Chaque année, l'ensemble des individus de l'échantillon évolue d'un statut à un autre selon un processus stochastique de type markovien, sur la base de fonctions de transition qui dépendent essentiellement du lieu de résidence (urbain ou rural), du niveau de revenu et du taux d'inflation.

Trois scénarii ont été simulés :

- Un premier scénario, dit **scénario sans crise** (scénario de référence), 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 ;
- Un second scénario, dit **scénario de crise modérée** (en abrégé scénario modéré), qui reprend essentiellement les hypothèses contenues dans le DPBEP 2023-2025 ;

- Enfin, un troisième scénario plus pessimiste, dit **scénario de crise extrême** (scénario extrême), qui fait l’hypothèse de niveaux d’inflation élevés sur une plus longue période que dans le scénario modéré, et d’un fléchissement plus marqué de la croissance réelle.

Le scénario sans crise donne une photographie de ce que seraient les indicateurs sociaux au Burkina 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 34% sur la période, alors que le revenu réel (à prix constant 2020), progresse de 21%. L’incidence de la pauvreté baisse de 6,76 points de pourcentage, le pourcentage d’enfants hors de l’école chute de 9,17 points de pourcentage, le taux de nonaccès aux services de santé baisse de 6,3 points, l’incidence de la malnutrition (retard de croissance) baisse de 6,2 points, et l’incidence de la sécurité alimentaire fléchit de près de 2 points.

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

- Légère baisse du revenu nominal de 0,04 % sur la période : Le revenu nominal ne baisse pas significativement entre les deux hypothèses, du fait qu’ici nous considérons les revenus nominaux, y compris l’inflation.
- Nette baisse du revenu réel de 12,44 % : La prise en compte de l’inflation fait baisser significativement le pouvoir d’achat des ménages.
- Hausse de l’incidence de la pauvreté de 5,9 points de pourcentage : l’inflation, en réduisant le revenu net des ménages, précipite un grand nombre de ménages, particulièrement ceux qui étaient proche de la ligne de pauvreté, dans la pauvreté.
- Hausse du pourcentage d’enfants hors de l’école de 2,32 points : L’inflation en érodant le pouvoir d’achat des ménages, pousse les plus pauvres d’entre eux à retirer leurs enfants de l’école, du fait des coûts inhérents à la scolarisation (coûts directs, indirects et coûts d’opportunité).
- Baisse du taux d’accès aux services de santé de 4,26 points : Ici également, la hausse du coût de la vie fait que les ménages les plus pauvres, ne peuvent plus se rendre dans les centres de santé. On estime que les ménages supportent environ 1/3 des dépenses totales de santé, soit un coût par habitant et par an de l’ordre de 25.000 FCFA.
- Hausse de l’incidence de l’insécurité alimentaire de 6,29 points : Les prix des produits alimentaires sont ceux qui ont le plus augmentés. Cela affecte donc la capacité des ménages à se nourrir correctement, et entraîne les plus pauvres d’entre eux dans l’insécurité alimentaire.
- Accroissement de l’incidence de la malnutrition de 3,89 points : La hausse de l’incidence de la malnutrition (retard de croissance) est intimement liée à celle de l’insécurité alimentaire.

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

- Baisse du revenu nominal de 5,42 % sur la période ;
- Baisse du revenu réel de 25,43 % ;
- Hausse de l’incidence de la pauvreté de 12,23 points de pourcentage ;
- Hausse du pourcentage d’enfants hors de l’école de 6,2 points ;
- Hausse du taux de nonaccès aux services de santé de 10,58 points ;

- Accroissement de l'incidence de la malnutrition de 5,84 points ;
- Hausse de l'incidence de l'insécurité alimentaire de 9,07 points.

En extrapolant les résultats obtenus avec l'échantillon représentatif de 10.000 personnes à l'ensemble de la population Burkinabè, on obtient les résultats suivants :

- Pour ce qui est de la situation de pauvreté, le scénario sans crise prévoit une réduction du nombre de pauvres de 534.780 personnes d'ici 2025, comparativement à la situation de 2020, et ce malgré l'accroissement de la population. Le scénario modéré projette un accroissement du nombre de pauvres de 1.489.758 personnes comparativement au scénario sans crise, et le scénario extrême projette un accroissement du nombre de pauvres de 2.953.510 personnes.
- Au niveau des enfants hors de l'école, leur nombre devrait baisser de 261.163 enfants dans le scénario sans crise, comparativement à la situation de référence. Le scénario modéré projette leur accroissement de 173.4834 enfants comparativement au scénario sans crise, et celui extrême, une hausse de 408.535 enfants.
- Concernant l'accès aux services de santé, le nombre de personnes sans accès aux services de santé devrait baisser de 334.498 dans le scénario sans crise, comparativement à 2020. Par contre leur nombre devrait croître de 1.118.794 et de 2.581.375, respectivement dans le scénario modéré et celui extrême, comparativement au scénario sans crise.
- En matière d'insécurité alimentaire, le scénario sans crise prévoit une hausse du nombre de personnes en insécurité alimentaire de 264.096 comparativement à l'année de base, et une augmentation de 1.549.150 et de 2.189.571 respectivement pour le scénario modéré et le scénario extrême, comparativement au scénario sans crise.
- Enfin, pour ce qui concerne la nutrition, dans le scénario sans crise, le nombre d'enfants malnutris baisse de 136.338. Dans le scénario modéré et extrême, leur nombre augmente respectivement de 161.373 et 236.484.

Une analyse plus fine, focalisée sur les femmes et les enfants, donne les résultats suivants :

- En moyenne, les enfants sont plus touchés par la pauvreté, car les familles pauvres sont également celles qui ont le plus d'enfants ;
- De façon générale, on note que les enfants ont été plus impactés par la malnutrition (enfants de moins de 5 ans), et par la déscolarisation (enfants en âge scolaire) ;
- Les femmes cheffes de ménages, même si elles sont relativement peu nombreuses, sont mieux loties que les hommes chefs de ménage.
- Les femmes sont celles qui sont les plus exclues des formations sanitaires, car elles sont habituellement aussi, celles qui les fréquentent le plus. La hausse des prix et l'érosion de leur pouvoir d'achat a fortement réduit leur accès aux formations sanitaires, ce qui n'est pas de bon augure pour l'avenir, surtout pour leurs enfants.

Plusieurs scénarios de prise en charge des personnes vulnérables, notamment des programmes de transferts sociaux, ont été proposés, afin de limiter les effets néfastes du choc des prix.

Trois scénarii de prise en charge ont été testés : i) Prise en charge, pour tous les pauvres, de l'écart entre le revenu moyen des pauvres et le panier minimum nécessaire (MEB) par personne, soit $16.246 - 14.219 = 2.027$ FCFA par personne et par mois ; ii) Ciblage des enfants de moins de

5 ans dans les familles pauvres, avec une allocation de 45.000 FCFA trimestriellement par ménage pauvre ayant au moins un enfant de moins de 5 ans ; et iii) Allocation pour les enfants en âge scolaires (7-16 ans) dans les familles pauvres, avec une prise en charge de 45.000 FCFA par trimestre par ménage pauvre ayant au moins un enfant en âge scolaire.

Recommandations

Au plan social

- Mettre en place des programmes de transferts sociaux (monétaires ou en nature), ciblant les catégories les plus vulnérables, afin de limiter les impacts négatifs de la hausse des prix sur les ménages les plus vulnérables.
- Mettre en place des programmes qui ciblent tout particulièrement les femmes et leurs enfants, qui sont les plus affectés par cette crise.
- Mettre en place des programmes de transferts monétaires pour les ménages les plus pauvres, qui pourraient cibler ceux ayant de jeunes enfants et des enfants en âge scolaire.
- Maintenir et d'élargir les mesures de gratuité pour les femmes et les enfants, afin de réduire en partie les coûts de la santé pour cette catégorie. En effet, pour les femmes, l'un des constats est que leur accès aux services de santé a été fortement impacté.

Au plan économique

- Renforcer la production nationale orientée vers la sécurité alimentaire avec un accent particulier sur la transformation et la consommation des produits locaux comme alternative au coût élevé des produits alimentaires importés.
- Renforcer la production d'engrais pour l'agriculture au niveau national, en appuyant les initiatives déjà en cours au sein du Ministère de l'agriculture, des ressources animales et halieutique afin de rendre disponible les intrants (constitutions de stocks d'intrants destinés aux paysans, mise en place d'unités de transformation des bio intrants et bio répulsifs, appui des Organisations coopératives à la production d'intrants, développement des initiatives entrepreneuriales de promoteurs privés, etc.)
- Promouvoir l'agroécologie à travers les actions de renforcement des capacités des organisations de producteurs/trices à une meilleure connaissance et maîtrise des pratiques agro écologiques (diffuser la stratégie nationale de l'agroécologie, mise en œuvre de son plan d'action)

Au plan structurel

- Renforcer la communication sur les impacts de la guerre entre la Russie et l'Ukraine afin de favoriser la mobilisation sociale au développement des initiatives de soutien aux populations pauvres (ménages et PDI) possédant déjà un accès limité aux services sociaux (santé, éducation, nutrition, WASH) et qui sont confrontés à une insécurité alimentaire face aux ressources limitées de l'Etat.
- Renforcer les mesures de restrictions à l'exportation des produits végétaux et animaux afin de garantir la sécurité alimentaire des populations Burkinabé. Il est primordial pour le gouvernement, de rechercher des ressources supplémentaires pour sécuriser les stocks alimentaires, pour soutenir les populations vulnérables (femmes et enfants notamment).

- Renforcer les dispositifs palliatifs pour la scolarisation des enfants victimes de la fermeture des écoles du fait de l'insécurité, afin de réduire les chocs sur les enfants.
- Réaliser une analyse complète de la résilience des populations pauvres face aux différentes vulnérabilités (éducation, santé, etc.) et selon les zones pour mieux adapter les interventions de soutien et de prise en charge qui évitent le gaspillage des ressources.
- Développer un plaidoyer auprès des partenaires techniques et financiers pour la mobilisation des ressources en faveurs des programmes de protection sociale. Il s'agira de procéder à une revue des interventions actuelles au profit des femmes et des enfants au sein des ménages vulnérables et des PDI en priorité dans les régions les plus touchées.
- Procéder à un contrôle des prix à travers une analyse approfondie de l'augmentation des prix des produits de base (alimentaires, pétroliers et autres biens et services) et un suivi permanent pour assoir une meilleure justice sociale en faveur des personnes vulnérables et aussi pour contenir l'inflation.

I. INTRODUCTION

1.1. Contexte

1. Le Burkina Faso, comme tous les pays au monde, subit d'une façon ou une autre les conséquences du conflit en Ukraine. À mesure que les jours passent, l'écart se creuse entre le pouvoir d'achat des Burkinabè et les prix de certains produits de grande consommation qui connaissent une flambée. Comme les céréales, les produits maraîchers, l'huile ou encore la viande. Cela dure depuis maintenant des mois, disons même des années. Les raisons ? Essentiellement, deux facteurs sont pointés du doigt : l'insécurité qui frappe durement le pays et qui limite les possibilités d'activités économiques dans certaines régions et la crise sanitaire due au Covid-19 avec une fermeture des frontières qui a longtemps entravé le flux du commerce. Et comme pour ne rien arranger, la guerre en Ukraine d'où provient une part importante de la farine de blé, une autre denrée essentielle a accéléré la hausse des prix¹.

2. La guerre en Ukraine a des effets très néfastes sur la hausse des prix au Burkina. Déjà, on note qu'en 2022, le Burkina Faso a eu l'inflation la plus élevée de la zone UEMOA, et cela pourrait encore s'aggraver. L'indice des prix à la consommation a atteint des niveaux records entre juin et août 2022, à 18% de taux d'inflation en glissement annuel, et depuis a légèrement baissé

3. 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 burkinabè, 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 Burkinabè que l'on peut de façon préventive prendre les mesures idoines.

4. Le Burkina Faso est un pays du Sahel à faible revenu et aux ressources naturelles limitées. Son économie repose essentiellement sur l'agriculture qui emploie près de 80 % de la population active, même si les exportations aurifères ont pris de l'importance ces dernières années. Malgré les progrès réalisés ces deux dernières décennies, le Burkina Faso est confronté à de nombreux défis de développement, notamment en matière de santé et d'éducation. Le pays est classé 144e sur 157 pays dans le nouvel indice du capital humain établi par la Banque mondiale et environ 40 % de la population vit sous le seuil national de pauvreté monétaire. En outre, l'insécurité liée aux attaques terroristes fréquentes depuis 2016 a créé une crise humanitaire sans précédent.

5. La pauvreté est inégalement répartie suivant les contextes géographiques et les groupes socio-économiques. En effet, elle touche plus les populations en milieu rural qu'en milieu urbain. Les zones rurales, où la majorité de la population pauvre réside (44% de la population rurale est pauvre contre 18% en milieu urbain), restent à la traîne des zones urbaines en termes de développement en raison des faiblesses structurelles causées par des chocs externes et le faible accès aux services sociaux de base.

6. Le niveau élevé de la pauvreté chronique et l'exclusion des groupes les plus pauvres des services de base constituent les principaux obstacles à la réalisation des objectifs nationaux de

¹ Le point, 16 mars 2022

développement inscrits dans le PNDES et les ODD, notamment la survie, le développement, l'éducation, la protection sociale et la santé.

7. Dans son rapport Perspectives économiques en Afrique en 2022², la BAD prévient que « *le continent risque de plonger dans la stagflation, une combinaison de croissance lente et d'inflation élevée* » dans le contexte de deux crises mondiales majeures : la pandémie persistante de la Covid-19 et le conflit russo-ukrainien. Cette institution 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. Elle estime que 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.

8. La guerre en Ukraine aura sans nul doute des effets très néfastes sur la hausse des prix au Burkina Faso également, comme sur le reste du continent. Particulièrement la farine de blé dont les protagonistes du conflit sont les principaux producteurs mondiaux et dont le Burkina est grand consommateur. 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 des carburants et du gaz, 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.

9. La BAD estime que « ...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 ».

10. Le Burkina Faso, comme tous les pays au monde, subit une forte hausse des prix de denrées de base, particulièrement des produits alimentaires. En effet le taux d'inflation estimé à 3,9% en 2021 atteint 14,08% en 2022 en Moyenne (INSD), après avoir atteint un sommet de 18,2% en juillet 2022 en glissement annuel. Cette inflation étant en lien avec la hausse des prix des produits alimentaires, la baisse des stocks céréaliers et l'impact de la crise russo-ukrainienne sur les prix des produits importés. Il faut s'attendre donc à de grands bouleversements comme ceux occasionnés par la pandémie COVID-19. L'économie nationale s'était améliorée entre 2016 et 2019, a chuté en 2020 du fait de la persistance des attaques terroristes et la fronde sociale, ainsi que la crise liée à la pandémie de la COVID. Le taux de croissance du Produit intérieur brut (PIB) s'est situé en moyenne à 6,2% entre 2016 et 2019, avant de chuter à 2,5% en 2020. Cette situation complique d'avantage la situation des populations déjà vulnérables.

11. Sur le plan humanitaire, il ressort à la date du 31 mars 2023, 2.062.534 Personnes Déplacées Internes (PDI) dont 53% de femmes et 47% d'hommes, avec 50% d'enfants de moins de 15 ans³. Toutes les 13 régions du pays enregistrent des PDI avec de fortes concentrations dans les régions du Sahel (24,3%), du Centre-Nord (23,9%), du Nord (12,4%) de l'Est (10,7%) et de la

² Publié ç l'occasion de l'assemblée annuelle de la BAD, à Accra en mai 2022

³ Enregistré par le Secrétariat Permanent du Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (SP-CONASUR)

Boucle du Mouhoun (6,5%). Un nombre total de 297.301 ménages sont touchés et 303 communes d'accueil sont enregistrées. Plus de deux millions (2.000.000) de personnes des communautés non déplacées sont durement touchées par la dégradation de leurs conditions de vie, ce qui les rend dépendantes de l'aide humanitaire. Cette situation a engendré une grande vulnérabilité des populations qui se manifestent également par le faible accès aux services sociaux de base, notamment l'éducation, la santé, l'eau potable, l'énergie. A cela s'ajoutent les difficultés d'accès à l'emploi particulièrement chez les jeunes qui alimentent le risque de basculement dans la violence voire la radicalisation.

12. Les besoins exprimés par les PDI et les populations hôtes vulnérables, à la même date sont basés sur l'alimentation (77,78%), les abris (42,53%), le cash (35,31%), les articles non alimentaires (29,77%) et la sécurité (12,25%). Selon les questionnaires des sites, les besoins concernent le renforcement des stocks de céréales pour l'alimentation humaine, les kits d'articles ménagers, les abris d'urgence ou tentes familiales, les kits de dignité, les effets d'habillement, les latrines, les forages et l'énergie pour la cuisson des repas. Cependant, plusieurs localités abritant des PDI et populations hôtes demeurent inaccessibles par voie terrestre.

13. Dans les secteurs sociaux, les données relatives à la santé et à l'éducation connaissent des contreperformances dues à la crise humanitaire et à l'approfondissement de la pauvreté au cours des trois dernières années. Le taux brut de scolarisation au primaire évalué à 86,6% en 2019-2020 est projeté à la baisse pour les années à venir. Le taux de mortalité infanto-juvénile est de 87,3‰ en 2019 (RGPH5, 2019) et connaîtrait une hausse.

14. Tout dépendra de la façon dont le Gouvernement réagira face à une situation qui risque d'impacter négativement la vie des populations. Il importe par conséquent d'analyser minutieusement l'impact probable de ces crises sur les ménages burkinabè, particulièrement les plus vulnérables, afin d'éclairer le Gouvernement sur les mesures possibles. C'est en connaissant précisément l'impact potentiel de ces crises sur les ménages que l'on peut de façon préventive prendre les mesures idoines.

15. Ce diagnostic justifie la réalisation de cette mission, à savoir la simulation de l'impact de la crise ukrainienne sur la population burkinabè pour contribuer à aider le Gouvernement à mieux faire face aux crises actuelles.

1.2. Objectif de la mission

16. L'objectif général est d'effectuer une évaluation de l'impact de la guerre en Ukraine, et son impact sur la hausse des prix, sur les ménages burkinabè en général, les femmes et les enfants en particulier.

17. **De façon spécifique**, il s'agit de :

- Déterminer le mécanisme de transmission entre la guerre en Ukraine et le bien-être des ménages burkinabè ;
- Evaluer l'impact probable de la guerre en Ukraine sur les ménages en général, les femmes et les enfants en particulier ;
- Evaluer ses effets induits sur certains secteurs sociaux clés (nutrition, sécurité alimentaire, éducation, santé, etc.), en fonction des données disponibles ;
- Évaluer les effets sur la situation de pauvreté au niveau national ;
- En fonction des données disponibles, évaluer tout autre effet possible ;

- Formuler des recommandations en vue d'atténuer les impacts socioéconomiques les plus probables.
18. **Le résultat attendu est** un rapport d'étude qui met en exergue :
- Les impacts de la guerre en Ukraine sur le capital humain en général, les femmes et les enfants du Burkina en particulier ;
 - L'évaluation des effets sur la situation de pauvreté ;
 - Des recommandations en vue d'atténuer les impacts socioéconomiques les plus probables.

1.3. Structuration du rapport

19. Le rapport se subdivise en quatre (04) grandes parties.
- La situation de la pauvreté et de la vulnérabilité au Burkina Faso sera décrite, mettant en exergue le degré de vulnérabilité des Burkinabè face aux chocs ;
 - 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 leurs sources. 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. RELATIONS ECONOMIQUES AVEC LA RUSSIE ET L'UKRAINE

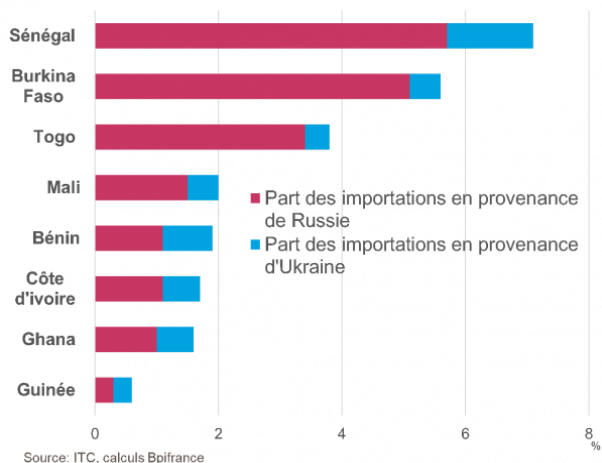
Au niveau mondial, il est clairement admis que le conflit entre la Russie et l'Ukraine retardera la croissance mondiale et accentuera les tensions inflationnistes. Depuis le début de l'année 2022, le conflit entre les deux pays a entraîné une augmentation des prix du blé et du maïs, les prix du pétrole, du gaz naturel et des engrais.

Les conséquences de la crise en Ukraine passent essentiellement par le canal de l'inflation.

L'ONU estime (avril 2020) que la crise ukrainienne risque de faire basculer jusqu'à 1,7 milliard de personnes, plus d'un cinquième de l'humanité dans la pauvreté, le dénuement et la faim, car les opérations humanitaires sont confrontées à une crise de financement. Selon le SG (déclaration) : « *Nous sommes maintenant confrontés à une tempête parfaite qui menace de dévaster les économies des pays en développement* ».

Plusieurs pays africains dépendent de l'importation de blé en provenance de ces deux pays en conflit. Dans la zone CEDEAO globalement peu dépendante des échanges commerciaux avec la Russie et l'Ukraine (moins de 2% de Russie et environ 0,5% d'Ukraine)², le poids est plus élevé pour le Sénégal (près de 6%), suivi du Burkina Faso (5%) et dans une moindre mesure le Togo (3%).

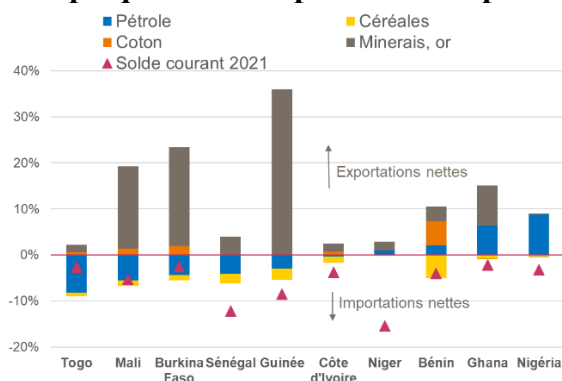
Graphique n°2- Dépendance aux importations en provenance de Russie et d'Ukraine (% importations)



D'après un classement de la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement (CNUCED), 25 pays africains, dont 4 de l'UEMOA (Bénin, Togo, Burkina Faso, Sénégal) dépendent de l'importation de blé de Moscou et de Kiev. Le Bénin fait exception avec 100% de ses importations uniquement en provenance de la Russie. Il est suivi du Burkina Faso avec 55% en provenance de Russie contre 5% de l'Ukraine. Le Sénégal importe pour sa part la moitié de son blé de la Russie, soit 50% contre 15% de l'Ukraine. Enfin, le Togo n'achète pas de blé de l'Ukraine, ses importations proviennent de la Russie à hauteur de 45%

La hausse des prix des matières premières devrait avoir des effets ambivalents sur les balances courantes. Certains pays exportateurs nets de pétrole (Nigéria et Ghana) devraient être les grands bénéficiaires de la hausse des cours. Les pays importateurs comme le Burkina Faso verront une augmentation de leurs coûts énergétiques qui pourront être en partie compensés par la progression des cours d'autres matières premières comme indiqué dans le graphique ci-après.

Graphique n°3 - Importations/ exportations nettes de matières premières (% PIB)



Source: CNUCED, calculs Bpifrance

En effet, le Bénin, suivi du Burkina Faso et du Mali, devraient bénéficier d'une forte progression des cours du coton (+20% depuis début 2022). La Guinée, important producteur de bauxite, profitera des niveaux élevés de l'aluminium mais aussi de ceux de l'or, comme le Mali, le Burkina Faso, le Ghana ou le Sénégal. Cependant ces pays, très dépendants des importations d'hydrocarbures profiteraient faiblement de la valorisation du coût des métaux.

Ainsi, le Burkina Faso, subit des conséquences à la fois directes et indirectes du conflit qui retardent ses efforts vers l'atteinte de ses objectifs de développement, le pays étant déjà exacerbé par la crise sécuritaire et humanitaire depuis sept (07) ans. Les prix de la farine de blé sont passés de 360 000 F la tonne à 470 000 F soit une hausse de 110 000F pour une période de moins de 6 mois (Avril 2022). Des mesures avaient été prises par le Gouvernement dont l'interdiction de l'exportation du maïs et de la farine, l'ouverture de boutiques témoins, la production/transformation et la consommation des produits locaux, etc. Cette réponse politique a eu des avantages certains mais elle est restée mitigée.

Des initiatives sont à développer à travers un renforcement de la réflexion sur les effets de la guerre entre le Russie et l'Ukraine, en vue de réduire les conséquences de celle-ci sur le plan social et économique. Cela nécessite un fort engagement de la part de l'Etat et ses partenaires techniques et financiers.

III. ETAT DE LA PAUVRETE ET DE LA VULNERABILITE AU BURKINA

3.1. Pauvreté monétaire⁴

20. Deux études sur la pauvreté et les conditions de vie des ménages ont été réalisées en 2018 en collaboration avec la Banque mondiale et la Commission de l'UEMOA : l'Enquête Multisectorielle Continue (EMC-2018) a permis de dégager une tendance robuste de l'évolution de la pauvreté entre 2014 et 2018 et l'Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM) a permis d'avoir une nouvelle référence pour la mesure et le suivi de la pauvreté et des conditions de vie des ménages au Burkina Faso.

21. Selon les résultats de l'EMC-2018, avec un seuil de pauvreté de 164 955 FCFA par personne et par an, l'incidence de la pauvreté se situe à 36,2% contre 40,1% en 2014. Cette baisse de la pauvreté concerne les milieux urbain et rural mais est plus prononcée en milieu urbain. En effet, l'incidence de la pauvreté est passée de 13,7% en 2014 à 10,0% en 2018 en milieu urbain selon les résultats des EMC, soit une baisse de 3,7 points de pourcentage.

22. Par contre dans le milieu rural, la baisse est de 2,9 points de pourcentage car l'incidence est passée de 47,5% en 2014 à 44,6% en 2018. Le nombre de pauvres selon l'EMC-2018 est estimé à 7,3 millions de personnes dont 93,3% en milieu rural. Ainsi, neuf pauvres sur dix vivent en milieu rural. La baisse de la pauvreté s'est faite dans un contexte d'une augmentation des inégalités. En effet, l'indice de GINI qui mesure ces inégalités est passé de 0,355 en 2014 à 0,377 en 2018 selon les résultats de l'EMC. Cela indique une distribution plus inégalitaire des dépenses de consommation en 2018 comparée à 2014.

23. Les travaux de l'EHCVM, avec une nouvelle méthodologie harmonisée dans l'espace UEMOA, ont abouti à un seuil de pauvreté de 194 629 FCFA par personne et par an. Ce seuil se compose d'un seuil alimentaire de 102 686 FCFA et non alimentaire de 92 003 FCFA. Sur la base de ce nouveau seuil de pauvreté, l'incidence de la pauvreté est estimée à 41,4%. L'incidence de la pauvreté alimentaire est de 50,7% et l'incidence de l'extrême pauvreté (c'est-à-dire la proportion des personnes dont la totalité des dépenses de consommation ne couvre pas leurs besoins alimentaires) est estimée à 8,2% (environ le premier décile).

24. En milieu rural une personne sur deux (51,1%) vit en dessous du seuil de pauvreté contre seulement 13,1% en milieu urbain. De plus, neuf pauvres sur dix (92%) vivent en milieu rural. La pauvreté est très inégalement répartie entre les régions du Burkina. En effet, l'incidence de la pauvreté est de 5% dans la région du Centre alors qu'elle atteint 70,9% dans la région du Nord. La région du Sahel, qui était la deuxième région la moins pauvre en 2014 se situe au sixième rang en 2018. Ce recul du rang de cette région dans le classement est en partie dû à l'impact du terrorisme sur l'économie de la région.

3.2. Pauvreté multidimensionnelle des enfants

25. Selon l'UNICEF, la pauvreté des enfants se définit comme "la privation des ressources matérielles, spirituelles et affectives nécessaires à leur survie, à leur développement et à leur épanouissement". Pour mieux appréhender le phénomène de la pauvreté multidimensionnelle des enfants, le gouvernement burkinabé, en collaboration avec l'UNICEF, a produit un rapport sur la base des résultats de l'EHCVM 2018. Dans cette étude, la pauvreté multidimensionnelle des

⁴ Journal Burkinabè de la Statistique, 2eme trimestre 2021

enfants identifie sept (07) dimensions à savoir l'Education, la Santé, la Protection de l'enfant, l'Eau potable, l'Assainissement, la Sécurité alimentaire et le Logement. Elle couvre trois (03) groupes d'âges (0-4 ans, 5-14 ans et 15-17 ans).

26. Les principaux résultats de l'étude indiquent que la pauvreté multidimensionnelle touche 72,4% d'enfants de 0 à 17 ans, au seuil de 3 privations. Ce qui signifie qu'au Burkina Faso, 7 enfants sur 10 subissent cumulativement des privations dans au moins 3 dimensions. L'intensité des privations est estimée à 60,5% traduisant le fait que les enfants pauvres subissent en moyenne 4,2 privations sur 7 possibles. Environ 40% d'enfants sont privés cumulativement dans les dimensions Assainissement, Logement et Santé, et 34% dans les dimensions Assainissement, Eau et Logement.

27. Le rapport fait ressortir également que 41% des enfants de 0 à 17 ans sont simultanément des pauvres monétaires et multidimensionnels, tandis que 22% des enfants ne sont ni des pauvres monétaires, ni des pauvres multidimensionnels. Environ 32% des enfants sont uniquement des pauvres multidimensionnels et 6% sont uniquement des pauvres monétaires.

28. Par ailleurs, les enfants âgés de 5 à 14 ans et de 15 à 17 ans, en milieu rural, vivant dans les ménages de grande taille dont le chef est pauvre, non alphabétisé et travaillant dans la branche d'activité agriculture subissent le plus de privations. L'incidence de la pauvreté multidimensionnelle des enfants est de 59,2% pour les enfants vivant dans des ménages non pauvres contre 87,7% pour les enfants de ménages pauvres.

3.3. Nutrition et sécurité alimentaire

29. La production agricole au Burkina Faso rencontre d'énormes difficultés faisant obstacle à l'atteinte de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Ces difficultés sont dues notamment aux poches de sécheresse récurrentes qu'enregistrent le pays, à la crise sanitaire due à la Covid-19, à l'inflation des prix des denrées alimentaires due au conflit russo-ukrainien et à la situation sécuritaire que traverse le pays. Selon le Bureau de la Coordination des Affaires Humanitaires des Nations Unies, 4,9 millions de personnes ont besoin d'assistance humanitaire courant septembre 2022 dont 3,4 millions de personnes sont en situation d'insécurité alimentaire.

30. Au Burkina Faso, 30,8% de la population est sous-alimentée. Cette sous-alimentation est plus importante en milieu urbain (33,2%) qu'en milieu rural (25,2%). Un pays est en état de sécurité alimentaire quand tous ses habitants ont une nourriture suffisante tant en quantité qu'en qualité et cela dans le temps et dans l'espace. Le taux de couverture des besoins céréaliers (TCBC) est la comparaison entre la production disponible des ménages, et leurs besoins de consommation. Pour le ministère de l'Agriculture, les céréales de la campagne agricole 2021-2022 disponibles, couvrent les besoins de consommation de la population pour l'année 2022-2023 à 96% et dégagent un déficit brut de 297 812 tonnes. Cependant, il existe des disparités entre les provinces et les ménages agricoles. En effet, 19 provinces sur 45 que compte le Burkina sont déclarées déficitaires et 59,7% des ménages agricoles n'arrivent pas à couvrir les besoins céréaliers avec leur propre production.

31. Selon l'UNICEF "La malnutrition tue à peu près 26.000 enfants de moins de cinq ans chaque année au Burkina Faso". Les données de l'EDS 2021 nous peignent une situation peu reluisante, 23% des enfants de moins de 5 ans présentent un retard de croissance ou une malnutrition chronique, et cette prévalence est nettement plus élevée en milieu rural (26%) qu'en milieu urbain (14%). En rappel, la malnutrition chronique ou retard de croissance se manifeste par

une petite taille pour un âge donné. Parmi ces enfants, 7% présentent un retard de croissance sévère. En plus, l'émaciation touche 11% des enfants et 2% sous la forme sévère. Enfin, l'insuffisance pondérale affecte 18% des enfants de moins de cinq ans, 4% ayant une insuffisance pondérale sévère. A l'opposé, 2% d'enfants ont une surcharge pondérale.

32. Les tendances des indicateurs de malnutrition des enfants de moins de 5 ans sont cependant à la baisse, même si le rythme de la baisse est relativement faible. En effet, de 43% en 2003, la prévalence du retard de croissance chez les enfants de moins de 5 ans est passée à 35% en 2010 et a atteint 23% en 2021. On constate également la même tendance en ce qui concerne la prévalence de l'émaciation ; le niveau étant passé de 21% en 2003 à 16% en 2010 et à 11% en 2021. Par ailleurs, l'excès pondéral qui touchait 5% des enfants en 2003, est resté au même niveau en 2010 et en 2021 (2%).

33. Malgré les nombreuses interventions en matière de nutrition, le nombre d'enfants en situation de malnutrition n'a pas profondément changé et la situation pourrait se dégrader avec l'insécurité que vit le pays, couplée à la forte inflation que connaît le pays. En septembre 2022, le Bureau de la Coordination des Affaires Humanitaires des Nations Unies estimait à 180.000 le nombre d'enfants qui sont sévèrement malnutris.

3.4. Accès aux services de base

34. La situation humanitaire a entraîné une dégradation des conditions de vie des populations notamment des personnes déplacées estimées à plus de deux millions (2.000.000) de personnes. Cette situation a engendré une grande vulnérabilité des populations qui se manifestent également par le faible accès aux services sociaux de base notamment l'éducation, la santé, l'eau potable, l'énergie. A cela s'ajoutent les difficultés d'accès à l'emploi particulièrement chez les jeunes, qui alimentent le risque de basculement dans la violence voire la radicalisation.

35. Dans les secteurs sociaux, les données relatives à la santé et à l'éducation connaissent des contreperformances dues à l'approfondissement de la pauvreté au cours des trois dernières années.

• Education de base

36. Pays sahélien aux conditions de vie relativement modestes, le Burkina Faso attache une importance capitale à l'éducation de sa jeunesse. Malgré un contexte fragile, le pays consacre au secteur près du tiers des dépenses courantes de l'État et a réussi, au cours des 15 dernières années, à améliorer la couverture scolaire à tous les niveaux d'enseignement. Pour autant, la situation de l'école reste marquée par une série de défis très caractéristiques des systèmes éducatifs africains. Avec seuls 60 % des enfants qui achèvent le niveau d'enseignement primaire, le Burkina Faso fait partie des pays les plus éloignés de l'école universelle sur le continent⁵.

37. Le manque de moyens financiers des ménages, notamment pour faire face aux coûts indirects de l'école, ainsi que l'échec scolaire sont les principales causes de non-scolarisation et d'abandons précoces. La recherche de travail (27,5%), le besoin d'aider la famille (15,2%), la faiblesse des résultats scolaires (15,2%), les coûts de scolarisation (14,4%), certaines raisons non moins importantes notamment les grossesses/mariages (5,8%), le désintérêt pour l'école (4,1%) sont les principales raisons de la déperdition scolaire.

⁵ Jourde, Jonathan (2018) : Les notes du Pole de Dakar, note pays, 28

38. La qualité des apprentissages est une autre préoccupation majeure. Au Burkina Faso, 40 % des élèves en fin de primaire n'ont pas acquis les connaissances qui devraient être les leurs. Ce déficit de qualité, particulièrement marqué en zones rurales, indique d'importantes défaillances dans le pilotage du système. À l'instar de nombreux pays africains, les trois grands piliers de la scolarisation universelle, de la qualité et de l'employabilité sont les principaux défis auxquels le Burkina Faso doit se confronter pour améliorer l'équité et l'efficacité de son système éducatif.

39. L'insécurité que vit le pays depuis 2016 vient ajouter une couche à cette situation. En effet, le nombre d'écoles au primaire a légèrement baissé entre 2017 et 2021 (de l'ordre de 1,7%) selon le PDSEB. Cette baisse est plus marquée au niveau des écoles publiques (8,7%). Cette situation est due à la crise sécuritaire qui a entraîné la fermeture de nombreux établissements. Selon le rapport statistique mensuel du 31 octobre 2022 des données de l'éducation du Secrétariat Technique de l'Education en Situation d'Urgence (ST-ESU), le nombre d'établissement fermés est de 5.709, soit 22% des structures éducatives. Le nombre des fermetures au niveau primaire est de 4.992, affectant 856.957 élèves. La région de l'Est est la plus touchée avec 1.626 établissements fermés suivie de la région de la Boucle du Mouhoun avec 1.046 établissements. A la date du 30 avril 2023, le nombre d'établissements fermés a atteint 6.136 (dont 5.314 écoles primaires) soit 24,44% des structures éducatives du pays. Ceci concerne 1.043.490 élèves, dont 506.520 (48,54%) filles et 30.893 enseignants avec 9.873 (31,96%) femmes. Les régions les plus concernées sont la Boucle du Mouhoun, l'Est et le sahel. Seulement 277.069 élèves ont pu être réinscrits dans d'autres établissements.

- **Santé**

40. Les efforts faits par le gouvernement pour renforcer l'accès aux services de santé ont été fortement impactés par la crise sanitaire liée à la pandémie de la COVID-19 et la crise humanitaire qui ont mis en exergue la faible performance du système de santé. L'accessibilité des ménages à une structure de soins est très variable selon le milieu de résidence et remarquablement faible en milieu rural. En milieu urbain, 93,5% des malades ont parcouru moins de 5 km pour la première consultation dans un centre de santé alors que cette proportion est de 67,1% en milieu rural, soit une différence de 27,1 points de pourcentage. Toutefois, 33,0% des patients du milieu rural ont parcouru plus de 5 km pour se faire consulter pour la première fois dans un centre de santé (EHCVM 2018). A cela s'ajoute le taux de mortalité globale de l'ensemble de la population estimé à 9,2‰ avec 7,7‰ en milieu urbain contre 9,4‰ en milieu rural (INSD 2021).

41. En 2002, le gouvernement du Burkina Faso a supprimé les frais d'utilisation des services de soins prénataux et en 2007 a introduit une politique appelée SONU (soins obstétricaux et néonataux d'urgence) qui offre une subvention de 80% pour les services d'accouchement pour tous les groupes socioéconomiques de la population et d'une subvention de 100% pour les plus pauvres. Les recherches indiquent que la politique SONU a entraîné une augmentation substantielle de l'utilisation des services de santé (Nguyen *et al.*, 2018). Toutefois, cette politique n'a pas été aussi efficace que prévu pour réduire les paiements directs (Ridde *et al.*, 2012; Ridde *et al.*, 2013; Chinkhumba *et al.*, 2017; Meda *et al.*, 2019)⁶.

42. En 2009, une loi a été adoptée afin de supprimer les frais d'utilisation pour les indigents, laissant à chaque établissement de santé la tâche d'identifier et de payer pour ces personnes, ce qui

⁶Rudasingwa *et al.* (2021): L'évolution des inégalités de dépenses de santé au Burkina Faso, Editions science et bien commun.

a aussi posé des défis d'efficacité (Ridde *et al.*, 2018). Entre 2008 et 2016, un certain nombre d'initiatives pilotes ont été mises en œuvre dans certains districts, visant à supprimer les frais d'utilisation pour certains services ou groupes de population. En outre, entre 2014 et 2018, le ministère de la Santé, avec le soutien financier et technique de la Banque mondiale, a mis en place une intervention pilote complexe dans 12 de ses 60 districts, combinant dans dix des 12 districts, le financement basé sur la performance (FBP) avec trois mesures d'équité différentes pour couvrir le coût des soins pour les plus pauvres. Les résultats de l'évaluation de l'impact du FBP indiquent des effets modestes et non homogènes, bien en deçà des attentes (Kuunibe *et al.*, 2020). En juin 2016, le ministère de la Santé a lancé un programme de soins de santé gratuits ciblant les femmes enceintes et allaitantes et les enfants de moins de 5 ans.

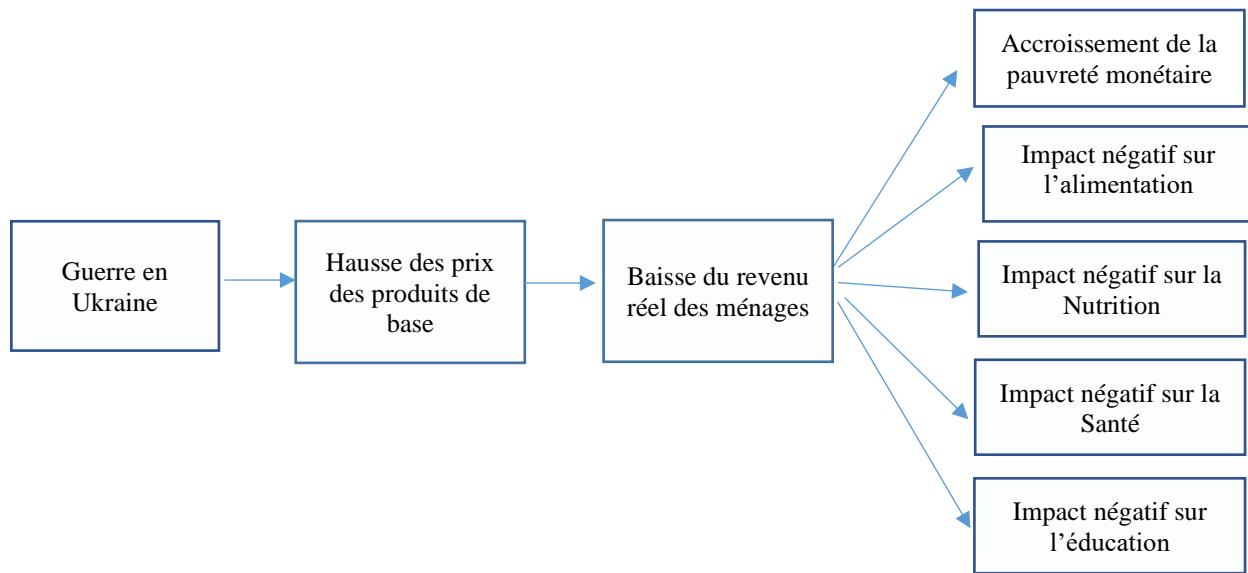
43. Malgré tous ces efforts, les défis persistent. Les contraintes relevées au niveau de l'accès à la santé sont entre autres (i) la faiblesse des mécanismes de prévention contre les maladies ; (ii) la faible accessibilité physique et financière d'un grand nombre de personnes aux centres de santé ; (iii) la faiblesse en nombre et en qualité du personnel de santé et leur inégale répartition géographique ; (iv) l'insuffisance dans la gestion de la gratuité des soins pour les femmes enceintes et les enfants de moins de 5 ans ; (v) les niveaux toujours élevés des mortalités maternelle, néonatale et infantile ; (vi) la forte mortalité intra-hospitalière ; (vii) la malnutrition et la carence en micronutriments chez les enfants ; (viii) la forte natalité et (ix) la faible capacité de prise en charge des urgences sanitaires, des pandémies et des endémoépidémies. Ainsi de nombreux efforts restent à faire en vue de promouvoir l'accès universel aux services de santé de qualité notamment à travers le renforcement des capacités et de la gouvernance du système sanitaire.

IV. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET CHAMP D'ANALYSE

1.4. Approche théorique

44. L'objectif de cette étude est de simuler un impact de la guerre en Ukraine sur les individus (niveau individuel) au Burkina Faso, et par agrégation des situations individuelles, obtenir un impact global. La guerre engendre une hausse des prix, notamment les prix des denrées de base (déjà nettement perceptible au Burkina Faso), ce qui a 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



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

46. 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 estimé que les microsimulations en temps continue sont ceux qui s'adaptent les mieux à l'objet de notre étude.

47. 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 ordinateur⁷. Selon l'objectif du modèle, les individus (ou « acteurs ») font des choix, forment des unions, ont des enfants, travaillent, paient des impôts,

⁷ 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

reçoivent des avantages sociaux, divorcent, 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 Burkinabè dans notre cas), puis la modélisation du comportement individuel.

48. La dernière étape de la microsimulation, après la modélisation des comportements individuels, est de définir des scénarii qui permettront de mesurer l'impact des chocs. La microsimulation peut ainsi 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 macro résultats. Mais la microsimulation offre l'outil requis pour étudier ce genre de système.

49. 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.

50. 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.

1.5. Modèle utilisé

1.5.1. Modèles de base

51. 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.

52. 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.

53. Le modèle de cohorte qui est adapté est le package heemod⁸ (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.

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

- 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 ;

⁸ Filipovic-Pierucci *et al* (2017): "Markov Models for Health Economic Evaluations: The R package heemod".

- 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.
55. Le modèle permet en outre de faire des analyses de sensibilité.

56. Le second modèle est le package *MicSim*⁹ 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.

57. 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.

1.5.2. Spécification du modèle utilisé

58. 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**

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

60. Les TDR de cette étude demandent de simuler l'impact de la hausse des prix sur les ménages. Pour ce faire, il sera simulé l'impact du choc sur le niveau de vulnérabilité des ménages et leurs accès à des services sociaux de base.

61. En plus de la nutrition et de la sécurité alimentaire, il a été ajouté la santé et l'éducation, comme états à suivre. 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.

62. 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

⁹Zinn, Sabine (2014): "The MicSim Package of R: An Entry-Level Toolkit for Continuous-Time Microsimulation", International Journal of Microsimulation 7(3) 3-32

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.

63. 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**

64. 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 principalement les données issues de l'EHCVM, de l'enquête EDS et du recensement général de la population ainsi que des projections démographiques nationales.

65. Ainsi une population initiale virtuelle de 10.000¹⁰ individus a été générée en respectant scrupuleusement le profil de la population issue du recensement général de la population et de l'EHCVM 2018. 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
- 6 La fréquentation scolaire ou non pour les enfants en âge de fréquenter
- 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.

66. 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**

67. 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'évènements). La propensité d'un individu de changer son état présent vers un autre dépend de son revenu, de son lieu de

¹⁰ 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

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.

68. 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**

69. 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**

70. 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)**

71. 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.

72. Pour la transition en matière d'éducation, la tranche d'âge 7-16 ans est concernée, conformément aux dispositions nationales.

- **Transition en matière de santé**

73. 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), à une autre situation où il ne les utilise plus (NA), et vice versa.

A->NA

NA->A

- **Transition entre malnutri et non malnutri**

74. 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**

75. 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**

76. 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**

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

78. 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 réalisant des simulations, afin de s'assurer du réalisme des résultats obtenus.**

79. **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.

Encadré 1

Probabilités de transition

Les probabilités de transition gouvernent l'évolution des états d'une période à une autre. Elles sont donc au cœur de la modélisation. Ces probabilités de transitions sont estimées sur la base des tendances passées. Par exemple, on sait, sur la base d'études et d'enquêtes passées, qu'un enfant malnutri sévère, à 10 fois plus de chance de mourir qu'un enfant qui ne l'est pas. Cette information permet ainsi de définir des probabilités de transition selon l'état de l'enfant, malnutri ou non. Rappelons qu'une probabilité de survenue d'un événement est différente d'un taux. Par exemple, si le taux de mortalité infanto-juvénile est de 87%, cela est différent de la probabilité pour un enfant de moins de 5 ans de mourir. Pour passer d'un taux de mortalité (r) à une probabilité de mourir ($p(t)$), sur la période t , on utilise la formule suivante :

$p(t) = 1 - e^{-rt}$, avec r le taux et t la longueur du cycle (annuel, trimestriel, mensuel, etc.)

Certaines fonctions de transition sont également des fonctions de comportement. Par exemple, toutes les enquêtes statistiques font ressortir que les personnes les plus pauvres sont également celles qui font le plus d'enfants. Ainsi, selon le niveau de revenu du ménage, la fécondité sera différente. Le modèle doit prendre cela en compte en spécifiant les probabilités idoines selon le niveau de revenu du ménage.

1.5.3. Autres hypothèses de projection

80. 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, au Burkina 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.

81. Le niveau initial du revenu des individus est déterminé de façon aléatoire, sur la base de plusieurs informations émanant de l'enquête EHCVM 2018 :

- Les inégalités dans la répartition des revenus
- Le niveau moyen des revenus/dépenses au Burkina
- 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.

82. 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.

83. 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.

84. Pour la simulation, **l'année 2020 a été choisi comme année de base**, afin d'éviter en grande partie l'impact de la COVID-19, et pouvoir se focaliser sur l'impact de la hausse des prix due à la guerre en Ukraine.

85. **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.

V. DONNEES UTILISEES

86. Plusieurs sources de données ont été utilisées pour réaliser cette étude. Il s'agit essentiellement du RGPH 2019, des enquêtes EHCVM et EMC de 2018, de la synthèse de l'EDS 2021, du DPBEP 2023-2025, etc.

Tableau 1 : Incidence de la pauvreté et niveaux des dépenses

	Urbain	Rural	National
Incidence Pauvreté (%) (EHCVM)	13,1%	51,1%	41,4%
Incidence Pauvreté (%) (EMC)	10,0%	44,6%	36,2%
Ligne de pauvreté (EHCVM)			194 629 FCFA
Ligne de pauvreté (EMC)			164 955 FCFA
Incidence extrême pauvreté (%) (EMC)	1,3%	6,3%	5%
Incidence extrême pauvreté (%) (EHCVM)	1,7%	10,4%	8,2%
Ligne extrême pauvreté			159 116 FCFA
Dépenses moyennes de consommation annuelle par tête [EHCVM]	226 781 FCFA	510 345 FCFA	299 562 FCFA
Part du dernier quintile (le plus riche) dans les dépenses totales (%) [EMC]			46,7%
Indice de GINI	39,2%	29%	38%

Source: EHCVM/EMC 2018

Tableau 2 : Sexe et résidence

	Masculin	Féminin	Total
National (%)	48,30	51,70%	100
Urbain (%)	26,40%	25,90%	26,1
Rural (%)	73,60%	74,10%	73,9

Source: INSD/RGPH/Rapports définitifs

Tableau 3 : Taux d'accès et incidences

Taux d'accès aux formations sanitaires	Année de référence : 2018	
National	57,4%	
Urbain	56,3%	
Rural	57,9%	
Taux de non fréquentation scolaire : Enfants hors de l'école	EMC	EHCVM
National	39,1%	45.4
Urbain	14,9%	19.6
Rural	46,2%	51.7
Taux d'insécurité alimentaire (Sous-alimentation) EHCVM		
National	30,8%	
Urbain	25,2%	
Rural	33,2%	
Taux de malnutrition (enfants 0-5 ans): Retard de croissance		
National	25,2%	
Urbain	7,2%	
Rural	35%	

Source : Enquêtes Multisectorielles Continues EMC 2018/EHCVM 2018

Tableau 4 : Données économiques

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Taux de croissance PIB réel	6,20	6,7	5,7	2,5	7,21	7,9	5,3	4,1	-
Taux d'inflation : variation annuelle	1,48	1,9	-3,2	1,19	3,9	14,6	0,1	0,6	0,8

Source : INSD, DPBEP2023-2025

Tableau 4 : Données démographiques

Intitulé	Année de référence : 2019
Données démographiques	
Taux de mortalité infanto-juvénile (moins de 5 ans)	Total 87,3‰ Urbain 49,9‰ Rural 57,3‰ Source : INSD /Rapport des résultats définitifs
Taux de mortalité globale de l'ensemble de la population	National : 9,2‰ Urbain :7,7‰ Rural : 9,4‰ Source : INSD /Rapport des résultats définitifs
Taux de fertilité/natalité	Taux Brut de Natalité (TBN) : • Total: 39,4‰ • Urbain 35,8‰ • Rural 40,7‰ Taux Global de Fécondité Générale • Total: 149‰ • Urbain 115‰ • Rural 116‰ Source : EDS 2021
Taux de croissance démographique	• Total: 2,94% • Urbain :1,53% • Rural :6,7% Source : INSD /Rapport des résultats définitifs RPGH 2019
Taux Net de fréquentation scolaire	Pré scolaire :2,8% Primaire :54,6% Post Primaire : 18,7% Secondaire :4,7% Source : EHCVM
Taux de morbidité	29,5%

Tableau 5 : données de population

Tranches d'âges	Masculin	Feminin	Total	Pourcentage
0-4	1 666 005	1 653 059	3 319 064	16,2%
05-09	1 650 177	1 629 617	3 279 794	16,0%
09-14	1 358 657	1 328 748	2 687 405	13,1%
15-19	1 013 507	1 135 139	2 148 646	10,5%
20-24	768 875	948 549	1 717 424	8,4%
25-29	667 220	832 648	1 499 868	7,3%
30-34	613 894	708 364	1 322 258	6,4%
35-39	509 169	565 008	1 074 177	5,2%
40-44	407 097	434 405	841 502	4,1%
45-49	306 729	325 840	632 569	3,1%

50-54	258 801	283 246	542 047	2,6%
55-59	195 399	213 018	408 417	2,0%
60-64	163 678	180 631	344 309	1,7%
65-69	113 851	117 424	231 275	1,1%
70-74	92 357	103 898	196 255	1,0%
75-79	51 523	56 119	107 642	0,5%
80-84	30 772	42 232	73 004	0,4%
85+	33 136	46 363	79 499	0,4%
Total	9 900 847	10 604 308	20 505 155	100,0%

Source: INSD/RGPH/Rapports définitifs

Tableau 6 : Perspectives de la population Burkinabè

Année de projection	Masculin	Féminin	Ensemble	Population en %	
				Urbaine	Rurale
2020	9 895 694	10 592 285	20 487 979	74	26
2025	11 432 892	12 237 692	23 670 585	69	31
2030	13 208 880	14 138 697	27 347 577	64	36

Source : INSD RGHP Rapports définitifs

VI. LIMITES DE L'ETUDE

La présente analyse qui vise à analyser l'impact de la hausse des prix des produits de base sur les ménages burkinabè couvre la période de 2021 à 2025. Les données proviennent essentiellement de la documentation disponible relative au contexte socioéconomique du Burkina Faso, notamment des études et évaluations publiées par les structures nationales et les organismes régionaux et internationaux : documents de stratégie nationales, plans opérationnels, rapports annuels d'activités, rapports d'études spécifiques (EDS, tableau de bord social, enquêtes multisectorielles continue, analyses de la pauvreté, enquêtes ménages disponibles, recensement général de la population, enquêtes alimentaires et nutritionnelles, statistiques démographiques internationales, statistiques sur l'insécurité alimentaire, rapports sur la situation économique, etc.).

L'analyse n'a pas la prétention de couvrir toutes les dimensions de la pauvreté et de la vulnérabilité, pour ce qui concerne notamment les enfants, du fait de la disponibilité et de la qualité des données disponibles. Par exemple, pour ce qui concerne la protection des enfants, l'impact de l'inflation est difficile à mesurer, et il n'existe pas d'études spécifiques faisant ressortir le lien entre inflation et protection de l'enfant.

Il en est de même pour le WASH. A ce niveau, les simulations ont fait ressortir que l'inflation n'avait pas d'impact significatif sur l'accès à l'eau et à l'assainissement des ménages. Cela pourrait s'expliquer notamment par le fait que dans ce secteur, il y a d'importants investissements réalisés pour l'accès à l'eau et à l'assainissement, notamment les forages et les latrines, et par conséquent, quel que soit le niveau de la hausse des prix, les ménages pourront toujours se rendre au point d'eau ou aux latrines.

Une autre limite de l'étude tient au fait que d'autres facteurs, notamment la crise sécuritaire et celle de la COVID-19, aient pu impacter les résultats obtenus. Pour ce qui concerne la COVID 19, le choix de l'année de base en 2020, avec les premières projections en 2021, permet d'éviter la période de la COVID 19. Quant à la crise sécuritaire, nous sommes assez confiants que son effet n'ait pas influencé les résultats, sur la base de la méthodologie utilisée. En effet, la méthodologie de l'analyse est basée essentiellement sur l'impact de l'inflation. Or la crise sécuritaire dure depuis 2016, et jusqu'en 2021, elle n'avait engendré aucun effet inflationniste. C'est donc dire que la poussée inflationniste de 2022 n'a rien à voir avec la crise sécuritaire, mais bien uniquement du fait du conflit ukrainien. La prise en compte de l'analyse sur la crise sécuritaire nécessite une toute autre étude, et l'utilisation de plusieurs variables, avec des données assez complexes, tout en considérant aussi qu'il y a des périodes aigües qu'il serait très difficile à modéliser.

La collecte des données a été basée sur l'analyse documentaire et l'exploitation des données socio-économiques afin de faire ressortir les risques associés et les défis futurs à relever afin de réduire la vulnérabilité des ménages dans le pays. Elle aurait pu considérer des enquêtes de terrains auprès des cibles pour d'avantage recueillir leurs perceptions afin d'enrichir les appréciations de l'impact de l'inflation sur les conditions de vie des ménages. Toutefois, l'application de la micro simulation avec des données de qualité est aussi par excellence, une approche pertinente recommandée pour ce type d'analyse.

VII. RESULTATS DES MICROSIMULATIONS

87. Trois scénarii ont été simulés :

- Un premier scénario, dit **scénario sans crise** (scénario de référence), 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 ;
- Un second scénario, dit **scénario de crise modérée** (en abrégé scénario modéré), qui reprend essentiellement les hypothèses contenues dans le DPBEP 2023-2025 ;
- Enfin, un troisième scénario plus pessimiste, dit **scénario de crise extrême** (scénario extrême), qui fait l'hypothèse de niveaux d'inflation élevés sur une plus longue période que dans le scénario modéré, et d'un fléchissement plus marqué de la croissance réelle.

88. Le tableau de synthèse ci-dessous fait ressortir les principaux résultats des microsimulations.

Tableau 7: Synthèse des résultats obtenus

Intitulé	Situation de départ (2020)	Scénario sans crise (2025)	Scénario modéré (2025)	Scénario extrême (2025)
Période de projections		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		540	550	570
Nombre de naissances sur période de projection		1.740	1.910	1.920
Population finale	10.000	11.200	11.360	11.350
Revenu moyen nominal (FCFA)	305.877	409.851	409.697	387.629
Revenu moyen réel (à prix constants) FCFA	305.877	371.215	325.029	276.790
Incidence de la pauvreté	41,4	34,64	40,54	46,87
Taux de non-fréquentation scolaire (enfants hors de l'école)	45,22	36,05	38,37	42,25
Taux de nonaccès aux services sanitaires	45,2	38,90	43,16	49,48
Incidence malnutrition	24,7	18,5	22,39	24,34
Incidence insécurité alimentaire	27,6	25,79	32,08	34,86

Source: Calcul des auteurs

89. Le **scénario sans crise** donne une photographie de ce que serait les indicateurs sociaux au Burkina 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 34% sur la période, alors que le revenu réel (à prix constant 2020), progresse de 21%. L'incidence de la pauvreté baisse de 6,76 points de pourcentage, le pourcentage d'enfants hors de l'école chute de 9,17 points de pourcentage, le taux de nonaccès aux services de santé

baisse de 6,3 points, l'incidence de la malnutrition (retard de croissance) baisse de 6,2 points, et l'incidence de la sécurité alimentaire fléchit de près de 2 points.

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

- Légère baisse du revenu nominal de 0,04 % sur la période : Le revenu nominal ne baisse pas significativement entre les deux hypothèses, du fait qu'ici nous considérons les revenus nominaux, y compris l'inflation.
- Nette baisse du revenu réel de 12,44 % : La prise en compte de l'inflation fait baisser significativement le pouvoir d'achat des ménages.
- Hausse de l'incidence de la pauvreté de 5,9 points de pourcentage : l'inflation, en réduisant le revenu net des ménages, précipite un grand nombre de ménages, particulièrement ceux qui étaient proche de la ligne de pauvreté, dans la pauvreté.
- Hausse du pourcentage d'enfants hors de l'école de 2,32 points : L'inflation en érodant le pouvoir d'achat des ménages, pousse les plus pauvres d'entre eux à retirer leurs enfants de l'école, du fait des coûts inhérents à la scolarisation (coûts directs, indirects et coûts d'opportunité¹¹).
- Baisse du taux d'accès aux services de santé de 4,26 points : Ici également, la hausse du coût de la vie fait que les ménages les plus pauvres, ne peuvent plus se rendre dans les centres de santé. On estime que les ménages supportent environ 1/3 des dépenses totales de santé, soit un coût par habitant et par an de l'ordre de 25.000 FCFA.
- Hausse de l'incidence de l'insécurité alimentaire de 6,29 points : Les prix des produits alimentaires sont ceux qui ont le plus augmentés. Cela affecte donc la capacité des ménages à se nourrir correctement, et entraîne les plus pauvres d'entre eux dans l'insécurité alimentaire.
- Accroissement de l'incidence de la malnutrition de 3,89 points : La hausse de l'incidence de la malnutrition (retard de croissance) est intimement liée à celle de l'insécurité alimentaire.

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

- Baisse du revenu nominal de 5,42 % sur la période ;
- Baisse du revenu réel de 25,43 % ;
- Hausse de l'incidence de la pauvreté de 12,23 points de pourcentage ;
- Hausse du pourcentage d'enfants hors de l'école de 6,2 points ;
- Hausse du taux de non-accès aux services de santé de 10,58 points ;
- Accroissement de l'incidence de la malnutrition de 5,84 points ;
- Hausse de l'incidence de l'insécurité alimentaire de 9,07 points.

92. En extrapolant les résultats obtenus avec l'échantillon représentatif de 10.000 personnes à l'ensemble de la population Burkinabè, on obtient les résultats du tableau 8 ci-dessous. Pour le

¹¹ En 2007, dans son mémoire de Master, Julie Rérolle (L'offre éducative primaire au Burkina Faso. Approche économique et anthropologique, Aix Marseille) estimait déjà le coût total des dépenses d'éducation au primaire à 200.000 FCFA par ménage et par an, en y incluant les coûts d'opportunités (manque à gagner).

scenario sans crise, les comparaisons se font avec la situation de départ ; pour les autres scenarios (modéré et extrême), les comparaisons se font avec le scenario sans crise.

Tableau 8 : Extrapolation des résultats à l'ensemble de la population

	Situation de départ	Scénario sans crise	Scénario modéré	Scénario extrême
	2020	2025	2025	2025
Population totale	20.505.155	22.965.774	23.293.856	23.273.351
Population enfants de moins de 5 ans	3.424.564	3.835.511	3.890.304	3.886.880
Population en âge scolaire (6-16 ans)	5.390.036	6.036.840	6.123.081	6.117.691
Nombre de pauvres	8.489.134	7.954.355	9.444.113	10.907.865
Incidence pauvreté	41	35	41	47
Variation du nombre de pauvres par rapport à la situation de départ		-534.780	954.979	2.418.731
Variation du nombre de pauvres par rapport au scenario sans crise			1.489.758	2.953.510
Nombre d'enfants hors de l'école	2.437.234	2.176.070	2.349.554	2.584.606
Variation du nombre d'enfants hors de l'école par rapport à la situation de départ		-261.163	-87.679	147.372
Variation du nombre d'enfants hors de l'école par rapport au scenario sans crise			173.484	408.535
Nombre de personnes sans accès à la santé	9.268.330	8.933.832	10.052.625	11.515.207
Variation du nombre de personnes sans accès à la santé par rapport à la situation de départ		-334.498	784.295	2.246.877
Variation du nombre de personnes sans accès à la santé par rapport au scenario sans crise			1.118.794	2.581.375
Nombre de personnes en insécurité alimentaire	5.659.423	5.923.519	7.472.533	8.114.091
Variation du nombre de personnes en insécurité alimentaire par rapport à la situation de départ		264.096	1.813.110	2.454.668
Variation du nombre de personnes en insécurité alimentaire par rapport au scenario sans crise			1.549.014	2.190.572
Nombre d'enfants malnutris	845.867	709.529	870.902	946.013
Variation du nombre d'enfants malnutris par rapport à la situation de départ		-136.338	25.035	100.146
Variation du nombre d'enfants malnutris par rapport au scenario sans crise			161.373	236.484

Source : Estimations des auteurs

- Pour ce qui est de la situation de pauvreté, le scenario sans crise prévoit une réduction du nombre de pauvres de 534.780 personnes d'ici 2025, comparativement à la situation de 2020, et ce malgré l'accroissement de la population. Le scenario modéré projette un accroissement du nombre de pauvres de 1.489.758 personnes comparativement au scenario

sans crise, et le scénario extrême projette un accroissement du nombre de pauvres de 2.953.510 personnes.

- Au niveau des enfants hors de l'école, leur nombre devrait baisser de 261.163 enfants dans le scénario sans crise, comparativement à la situation de référence. Le scénario modéré projette leur accroissement de 173.4834 enfants comparativement au scénario sans crise, et celui extrême, une hausse de 408.535 enfants.
 - Concernant l'accès aux services de santé, le nombre de personnes sans accès aux services de santé devrait baisser de 334.498 dans le scénario sans crise, comparativement à 2020. Par contre leur nombre devrait croître de 1.118.794 et de 2.581.375, respectivement dans le scénario modéré et celui extrême, comparativement au scénario sans crise.
 - En matière d'insécurité alimentaire, le scénario sans crise prévoit une hausse du nombre de personnes en insécurité alimentaire de 264.096 comparativement à l'année de base, et une augmentation de 1.549.150 et de 2.189.571 respectivement pour le scénario modéré et le scénario extrême, comparativement au scénario sans crise.
 - Enfin, pour ce qui concerne la nutrition, dans le scénario sans crise, le nombre d'enfants malnutris baisse de 136.338. Dans le scénario modéré et extrême, leur nombre augmente respectivement de 161.373 et 236.484.
93. Une analyse plus fine, focalisée sur les femmes et les enfants, donne les résultats suivants :
- En moyenne, les enfants sont plus touchés par la pauvreté, car les familles pauvres sont également celles qui ont le plus d'enfants. Ainsi, il ressort que les taux de pauvreté des enfants se situent aux environs de 50%, soit quasiment un enfant sur deux ;
 - De façon générale, on note que les enfants ont été plus impactés par la malnutrition (enfants de moins de 5 ans), et par la déscolarisation (enfants en âge scolaire). Même s'ils ont été impactés dans les autres secteurs également, notamment en santé, il ressort que le plus gros des chocs qu'ils ont subis sont dans l'éducation, avec une déscolarisation importante (plus de 400.000 enfants sortis de l'école dans le scénario extrême, comparativement au scénario sans choc, soit 6,7 points de pourcentage d'enfants en âge scolaire sortis de l'école).
 - Les femmes cheffes de ménages, même si elles sont relativement peu nombreuses, sont mieux loties que les hommes chefs de ménage. Cela se vérifie du reste dans toutes les enquêtes ménages.
 - Les femmes sont celles qui sont les plus exclues des formations sanitaires, car elles sont habituellement aussi, celles qui les fréquentent le plus. La hausse des prix et l'érosion de leur pouvoir d'achat a fortement réduit leur accès aux formations sanitaires, ce qui n'est pas de bon augure pour l'avenir, surtout pour leurs enfants.

VIII. COÛTS DES MESURES D'ATTENUATION DE LA CRISE

94. Face à l'ampleur des privations qui s'annoncent, il importe que le gouvernement Burkinabè envisage des prises en charge des personnes les plus vulnérables, afin de limiter les effets de la crise. Il a été fait l'hypothèse que des mesures de protection sociale seront mises en œuvre, et plus précisément des transferts sociaux (monétaires, en nature, etc.). L'expérience a montré que l'inflation peut aussi avoir des conséquences indirectes agissant sur la cohésion sociale et les mouvements sociaux (Tunisie, Haïti, etc.), d'où l'importance de mettre en place des programmes de mitigation de l'impact de la hausse des prix.

Panier de dépenses minimum (Minimum Expenditure Basket – MEB)

Le MEB est un outil opérationnel permettant d'identifier et de quantifier, dans un contexte particulier et pour un moment précis, le coût moyen des besoins de base/essentiels réguliers ou saisonniers d'un ménage qui peuvent être couverts par le marché local. Il permet à la fois de calculer le montant du transfert monétaire à usage multiple et de contribuer à améliorer l'analyse de la vulnérabilité, le suivi et la coordination. Il permet également de comprendre les priorités et les habitudes de dépenses des personnes vulnérables. Le calcul d'un MEB est important car cela influence la conception de meilleurs programmes pour répondre réellement aux besoins multisectoriels des populations cibles. Le MEB contribue à une meilleure compréhension des besoins qui peuvent être monétisés par secteur et de soutenir la coordination de la réponse multisectorielle.

Sous l'égide du Cash Working Group, la valeur du panier des dépenses minimum a été estimée au Burkina par l'ensemble des acteurs à 113.725 CFA par mois pour un ménage constitué de 7 personnes. Ce montant représente la valeur monétaire de ce que requiert un ménage (sans revenu) pour répondre à ses besoins de base minimums (multisectoriels) de façon mensuelle. Par personne, cela représente 16.246.4 FCFA par mois.

Source : Cash Working Group (2021) : Panier de dépenses minimum au Burkina

95. **La distance moyenne qui sépare les personnes pauvres du seuil de pauvreté (profondeur de la pauvreté) au Burkina Faso selon l'enquête EHCVM 2018 est de 12,3%.** Dans le cas d'un ciblage parfait des pauvres, la connaissance du déficit global moyen de revenu ou de consommation par rapport à la ligne de pauvreté pour l'ensemble de la population pauvre permettrait au gouvernement d'évaluer les ressources nécessaires pour éradiquer la pauvreté, c'est-à-dire le montant des transferts nécessaires pour ramener les pauvres au niveau du seuil de pauvreté. Le seuil de pauvreté se situant à 194.629 FCFA, cela implique qu'il faut en moyenne accroître le revenu des pauvres de 24.000 FCFA par personne et par an pour leur permettre de sortir de la pauvreté. En d'autres termes, cela veut dire qu'en moyenne, le revenu des pauvres s'établit à 170.000 FCFA par an, soit 14.219 FCFA par personne et par mois.

96. **Trois scénarii de prise en charge ont été testés :** i) Prise en charge, pour tous les pauvres¹², de l'écart entre le revenu moyen des pauvres et le panier minimum nécessaire (MEB) par personne, soit $16.246 - 14.219 = 2.027$ FCFA par personne et par mois ; ii) Ciblage des enfants de moins de 5 ans dans les familles pauvres, avec une allocation de 45.000 FCFA¹³ trimestriellement par ménage pauvre ayant au moins un enfant de moins de 5 ans ; et iii) Allocation

¹² Les pauvres s'entendent ici toutes les personnes en dessous du seuil national de pauvreté.

¹³ Ce montant de 45.000 FCFA par trimestre et par ménage correspond à ce qui se fait actuellement par le projet filets sociaux.

pour les enfants en âge scolaires (7-16 ans) dans les familles pauvres, avec une prise en charge de 45.000 FCFA par trimestre par ménage pauvre ayant au moins un enfant en âge scolaire.

97. Le choix de ces scénarios 2 et 3 s'explique par les résultats de la microsimulation, à savoir des impacts très négatifs sur la scolarisation des enfants et sur leur nutrition, d'où des mesures pour limiter ces effets, en ciblant les enfants de cette catégorie. Le choix du scénario 1 se justifie par l'impact considérable de la hausse des prix et le choc brutal que cela a produit sur les ménages pauvres.

Scénario 1 : Prise en charge, pour tous les pauvres, de l'écart entre le revenu moyen des pauvres et le panier minimum nécessaire (MEB) par personne soit $16.246 - 14.219 = 2.027$ FCFA par personne et par mois

98. Il ressort de ce scénario que la prise en charge de tous les pauvres nécessite des coûts relativement importants, variant de 193,6 milliards FCFA dans le scénario le plus favorable, à 265,3 milliards dans l'hypothèse la plus coûteuse.

Scénario 1: Prise en charge de tous les pauvres : 2.027 FCFA par personne et par mois (écart avec seuil MEB)					
Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Population concernée	7,954,355	Population concernée	9,444,113	Population concernée	10,907,865
Coût total annuel (FCFA)	193,481,719,611	Coût total annuel	229,718,605,071	Coût total annuel	265,322,905,602

99. Dans l'hypothèse où on cible les ménages pauvres avec enfants de moins de 5 ans, les coûts sont relativement moindres et varient de 46 milliards à 63 milliards FCFA par an. Au vu de l'importance du développement cognitif et de la survie de l'enfant, cette option nous paraît mériter une attention toute particulière.

Scénario 2: Prise en charge des ménages pauvres avec enfants de moins de 5 ans					
Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Nombre de ménages pauvres	255,472	Nombre de ménages pauvres	303,319	Nombre de ménages pauvres	350,331
Coût total annuel (FCFA)	45,985,012,055	Coût total annuel	54,597,472,282	Coût total annuel	63,059,585,356

100. Ce troisième scénario qui cible les familles pauvres avec enfant en âge scolaire nécessite des dépenses, variant entre 72,3 milliards et 99,3 milliards FCFA par an. L'intérêt de ce scénario

vient de l'importance à accorder aux enfants en âge scolaire, gage d'un développement futur de la nation.

Scenario 3: Prise en charge des ménages pauvres avec enfants d'âge scolaire					
Scénario sans crise		Scénario central		Scénario avec crise	
Nombre de ménages pauvres	402,096	Nombre de ménages pauvres	477,404	Nombre de ménages pauvres	551,398
Coût total annuel (FCFA)	72,377,357,519	Coût total annuel	85,932,798,413	Coût total annuel	99,251,602,867

IX. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

101. Le conflit entre le Russie et l'Ukraine a conduit de nombreux pays à s'investir dans l'analyse des impacts sur le plan social et économique, dans la mesure où le niveau d'inflation s'est révélé assez important. L'utilisation de la micro-simulation dans cette analyse a permis de modéliser la réalité au mieux. Il ressort des résultats que plusieurs risques immédiats, à moyen et long termes (aggravation de la pauvreté, crise alimentaire et nutritionnel, bien-être des enfants, mortalité infanto-juvénile, réduction du capital humain, etc.) subsistent, pour lesquels, il est nécessaire d'apporter des réponses adéquates. Les recommandations sont les suivantes :

Au plan social

- Mettre en place des programmes de transferts sociaux (monétaires ou en nature), ciblant les catégories les plus vulnérables, afin de limiter les impacts négatifs de la hausse des prix sur les ménages les plus vulnérables.
- Mettre en place des programmes qui ciblent tout particulièrement les femmes et leurs enfants, qui sont les plus affectés par cette crise.
- Mettre en place des programmes de transferts monétaires pour les ménages les plus pauvres, qui pourraient cibler ceux ayant de jeunes enfants et des enfants en âge scolaire.
- Maintenir et d'élargir les mesures de gratuité pour les femmes et les enfants, afin de réduire en partie les coûts de la santé pour cette catégorie. En effet, pour les femmes, l'un des constats est que leur accès aux services de santé a été fortement impacté.

Au plan économique

- Renforcer la production nationale orientée vers la sécurité alimentaire avec un accent particulier sur la transformation et la consommation des produits locaux comme alternative au coût élevé des produits alimentaires importés.
- Renforcer la production d'engrais pour l'agriculture au niveau national, en appuyant les initiatives déjà en cours au sein du Ministère de l'agriculture, des ressources animales et halieutique afin de rendre disponible les intrants (constitutions de stocks d'intrants destinés aux paysans, mise en place d'unités de transformation des bio intrants et bio répulsifs, appui des Organisations coopératives à la production d'intrants, développement des initiatives entrepreneuriales de promoteurs privés, etc.)
- Promouvoir l'agroécologie à travers les actions de renforcement des capacités des organisations de producteurs/trices à une meilleure connaissance et maîtrise des pratiques agro écologiques (diffuser la stratégie nationale de l'agroécologie, mise en œuvre de son plan d'action)

Au plan structurel

- Renforcer la communication sur les impacts de la guerre entre la Russie et l'Ukraine afin de favoriser la mobilisation sociale au développement des initiatives de soutien aux populations pauvres (ménages et PDI) possédant déjà un accès limité aux services sociaux (santé, éducation, nutrition, WASH) et qui sont confrontés à une insécurité alimentaire face aux ressources limitées de l'Etat.

- Renforcer les mesures de restrictions à l'exportation des produits végétaux et animaux afin de garantir la sécurité alimentaire des populations Burkinabé. Il est primordial pour le gouvernement, de rechercher des ressources supplémentaires pour sécuriser les stocks alimentaires, pour soutenir les populations vulnérables (femmes et enfants notamment).
- Renforcer les dispositifs palliatifs pour la scolarisation des enfants victimes de la fermeture des écoles du fait de l'insécurité, afin de réduire les chocs sur les enfants.
- Réaliser une analyse complète de la résilience des populations pauvres face aux différentes vulnérabilités (éducation, santé, etc.) et selon les zones pour mieux adapter les interventions de soutien et de prise en charge qui évitent le gaspillage des ressources.
- Développer un plaidoyer auprès des partenaires techniques et financiers pour la mobilisation des ressources en faveurs des programmes de protection sociale. Il s'agira de procéder à une revue des interventions actuelles au profit des femmes et des enfants au sein des ménages vulnérables et des PDI en priorité dans les régions les plus touchées.
- Procéder à un contrôle des prix à travers une analyse approfondie de l'augmentation des prix des produits de base (alimentaires, pétroliers et autres biens et services) et un suivi permanent pour assoir une meilleure justice sociale en faveur des personnes vulnérables et aussi pour contenir l'inflation.

X. CONCLUSION

102. A l'issue de cette analyse, il ressort que l'impact de la guerre russo-ukrainienne sur l'inflation au Burkina 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 sont énormes.

103. 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.

104. Il importe que le gouvernement puisse mettre en œuvre des mesures idoines, afin de limiter l'impact négatif de cette hausse des prix. Il a été proposé un certain nombre de mesures de protection sociale, ciblant des groupes spécifiques, et de nature à limiter les conséquences néfastes de cette situation.

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.
- Cash Working Group (2021) : Panier de dépenses minimum au Burkina
- 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.
- Rérolle, Julie (): *L'offre éducative primaire au Burkina Faso. Approche économique et anthropologique*, Master, Aix Marseille.
- Rudasingwa, Martin *et al.* (2021): *L'évolution des inégalités de dépenses de santé au Burkina Faso*, Editions science et bien commun.
- 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 LE LOGICIEL 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 <- 1000 # nombre d'individus
n.t <- 5 # horizon temporel de la simulation en années
v.tc <- c(0.06,0.06,0.06,0.06,0.06) # 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(0.261,0.739))# 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(0.483, 0.517))# état initial des sexes
R1 <- 194629 # Ligne de pauvreté monétaire :194.629 FCFA (taux de 2018) corrigé du taux
d'inflation de 2019 (-2.6%) et 2020 (+2.3%), lesquels s'annulent. On garde donc le même
niveau que 2018.
R2 <- 159116# 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(1.0,1.02,1.02,1.02,1.02,1.02) # Déflateur du revenu = taux d'inflation
d.c <- 0
initBirthDatesRange <- chron(dates=c("01/01/1923","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(0.001, (12*365.25+364)), rep(0.002, 4*365.25), rep(0.003, 4*365.25),rep(0.006,
4*365.25), rep(0.007, 4*365.25), rep(0.01, 4*365.25), rep(0.01, 4*365.25), rep(0.02, 4*365.25),
```

rep(0.02, 4*365.25), rep(0.02, 4*365.25), rep(0.03, 4*365.25), rep(0.03, 4*365.25), rep(0.04, 4*365.25), rep(0.05, 4*365.25), rep(0.06, 4*365.25), rep(0.06, 4*365.25), rep(0.07, 4*365.25), rep(0.08, 4*365.25), rep(0.1, 4*365.25), rep(0.11, 4*365.25), rep(0.131, 4*365.25), rep(0.14, 4*365.25))# Vecteur des probabilités de naissance. Les âges sont en tranches de 4 ans, sauf pour la première (les plus vieux). On multiplie par 365.25 (pour tenir compte des années bissextiles) pour avoir les probabilités en jours, car les naissances sont données au jour près. Il faut toujours faire des tranches d'âge multiple de 4, pour éviter d'avoir des nombres qui ne sont pas des entiers. Cela pose des problèmes au modèle.

```
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 <-0.4# Probabilité pour un enfant de passer de sans scolarisation a scolarisé étant non pauvre, revenu > R1
```

```
p.R2NOYES <-0.1# Probabilité pour un enfant de passer de sans scolarisation a scolarisé étant pauvre, revenu > R2 et < R1
```

```
p.R3NOYES <-0.01# 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 <- 0.5# Malnutri a non malnutri, non pauvre
```

```
p.R2MNM <- 0.3# Malnutri a non malnutri, pauvre
```

```
p.R3MNM <- 0.1# 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
```

#Sécurité alimentaire

```
p.R1IASA <- 0.8# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, non pauvre
```

```
p.R2IASA <- 0.5# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, pauvre
```

```
p.R3IASA <- 0.1# insécurité alimentaire a sécurité alimentaire, extrême pauvre
```

```
p.R1SAIA <- 0.01 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, non pauvre
```

```
p.R2SAIA <- 0.2 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, pauvre
```

```
p.R3SAIA <- 0.5 # sécurité alimentaire a insécurité alimentaire, extrême pauvre
```

#Sante

```
p.R1NAA <- 0.9# Non-accès a accès aux services de santé, non pauvre
```

```
p.R2NAA <- 0.4# Non-accès a accès aux services de santé, pauvre
```

```
p.R3NAA <- 0.01# Non-accès a accès aux services de santé, extrême pauvre
```

```
p.R1ANA <- 0.1 # accès a non-accès aux services de santé, non pauvre
```

```

p.R2ANA <- 0.5 # accès a nonaccès aux services de santé, pauvre
p.R3ANA <- 0.8 # accès a nonaccès 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 pauvreté
#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(1,2.45,0.5)*105000, digits =0),
round(rgamma(1,1.65,0.65)*91000, digits = 0))# 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(0.4, 0.6)), ifelse (m.RR[i,1]<
R2, sample (v.edu, prob = c(0.60, 0.40), size =1), sample (v.edu, prob = c(0.47, 0.53), size =1)))#
# Etat initial des statuts d'éducation
m.J [i,1]<- ifelse (m.B[i,1]<6 | m.B[i,1] >13, "NA", m.E[i,1])# on cible les enfants en age
scolaire au primaire uniquement
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(0.20, 0.80)), ifelse
(m.RR[i,1]< R2, sample(v.nut, size = 1, prob = c(0.35, 0.65)), sample(v.nut, size = 1, prob =
c(0.252, 0.748)))# Etat initial de la malnutrition (retard de croissance : 25.2%) pour ensemble de
la population
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(0.252, 0.748)), ifelse
(m.RR[i,1]< R2, sample (v.sec, prob = c(0.332, 0.668), size =1), sample (v.sec, prob = c(0.308,
0.692), 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(0.5, 0.5)), sample(v.sant, size = 1, prob =
c(0.45, 0.55)))#
State[i,1] <-paste(c(m.B[i,1], m.X[i,1], m.S[i,1], m.R[i,1], m.J[i,1], m.N[i,1], m.NUT1[i,1],
m.SEC[i,1], m.SANT[i,1], m.P[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 élevés
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'éducation
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.J[i,t+1], m.N[i,t+1],
m.NUT1[i,t+1], m.SEC[i,t+1], m.SANT[i,t+1], m.P[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, function(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 <- function(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 <- function(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 <- function(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 <- function(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 <- function(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 <- function(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 <- fonction(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 <- fonction(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 <- fonction(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 <- fonction(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 <- fonction(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
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
periode
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 periode 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 6 que nous allons prendre en exemple.

L'individu 6 au cycle 0, année de base, de gauche à droite, a 51 ans ("51"), est un homme (M), vit en milieu urbain (UR), a un revenu annuel de 1.272.827 FCFA, 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/NA/NP"	"53/F/UR/226126/NA/0/NA/SA/NA/NP"	"54/F/UR/236153/NA/0/NA/SA/NA/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/NA/NP"	"38/F/RU/52329/NA/0/NA/SA/NA/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/NA/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/NA/P"	"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/NA/P"	"21/F/UR/507847/NA/0/NA/SA/NA/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/RU/9050/yes/NA/IA/A/P"	"14/M/RU/9931/NA/0/NA/IA/NA/P"	"15/M/RU/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/RU/59784/NA/NM/SA/NA/NP"	"3/M/RU/65122/NA/0/NM/SA/NA/NP"	"4/M/RU/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/UR/2198/NA/0/NA/IA/NA/P"	"6/F/UR/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"