

## CECN-TDR : Tutoriel KANGARÉ version 3.

*Version mise à jour et développée pour le programme COPERNICEA de l'Observatoire du Sahara et du Sahel*



### MODULE K5 : Comptes écosystémiques de l'eau

*Jean-Louis Weber, mai-juin 2021*

#### a INTRODUCTION

##### Le tutoriel Kangaré

La version 3 de la suite de didacticiels Kangaré est un ensemble destiné à former les analystes à la mise en œuvre des comptes écosystémiques du capital naturel. Ce tutoriel fait référence au rapport du Cahier technique 77 de la CDB : COMPTES DE CAPITAL NATUREL DES ÉCOSYSTÈMES, UNE TROUSSE DE DÉMARRAGE RAPIDE (CECN-TDR ; en. : ENCA-QSP). Le glossaire du Cahier technique 77 est inclus dans le manuel. Pour une explication plus approfondie de la méthodologie ENCA-QSP, se référer à <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-77-en.pdf>. L'examen des tableaux comptables est également recommandé car il permet de se faire une idée de l'articulation des comptes et des données à collecter pour une application en taille réelle. Ces tableaux peuvent être téléchargés à partir de <http://www.ecosystemaccounting.net/>.

La CECN-TDR est une distribution du Système de comptabilité environnementale économique des Nations unies - Comptes expérimentaux des écosystèmes (SCEE-EEE, en. SEEA-EEA). Il suit la même approche géospatiale de la comptabilité des écosystèmes. Cependant, la CECN-TDR ne traite que des comptes en termes physiques, et non de l'évaluation monétaire des bénéfices et des coûts. C'est le sens du qualificatif « *Trousse de démarrage rapide* » (Quick Start Package). Comme le SEEA-EEA, la CECN-TDR est basée sur la cartographie et l'enregistrement de l'étendue et de l'état des écosystèmes, de leurs couvertures et des services écosystémiques. En plus du compte d'étendue SEEA-EEA, la CECN-TDR enregistre les bilans des écosystèmes en matière de biocarbone et d'eau et intègre des indicateurs de quantité et de qualité afin de calculer, en fin de compte, la valeur écologique moyenne des unités statistiques pour lesquelles les comptes sont produits, appelées « unités paysagères socio-écologiques » (UPSE).



La suite Kangaré v3 est une série d'exercices pratiques suivant le plan de production de la CECN-TDR. Dans cette version 3, les données de la Moldavie sont utilisées pour produire les comptes. L'objectif de Kangaré est de former tout analyste ayant une connaissance de l'utilisation courante des tableurs. La CECN étant basée en grande partie sur des données géospatiales, l'ensemble de la formation fait appel à un logiciel SIG. Le choix pour Kangaré v3 est d'utiliser le SIG SAGA, un logiciel gratuit développé par l'Université de Hambourg pour des applications scientifiques, ce qui le rend bien adapté à la comptabilité écosystémique. SAGA comprend environ 500 modules, son interface est très pratique, les formats de données sont directement lus par d'autres progiciels comme QGIS et faciles à convertir en d'autres formats standards si nécessaire. SAGA fonctionne sous les systèmes d'exploitation Windows et Linux. SAGA est utilisé dans les projets actuels de CECN, aux côtés d'autres progiciels comme QGIS et GRASS.

Les tableaux sont extraits des données SIG et présentés à l'aide de tableurs habituels (par exemple LibreOffice, Apache OpenOffice ou MS Excel) ou de SGBD (par exemple PostgreSQL/PostGIS). Seule la production de comptes à l'aide de tableurs est abordée dans le tutoriel.

La suite Kangaré v3 est composée de 7 modules :

- K0 Mise en route
- K1 Comptes de la couverture des terres (occupation des sols)
- K2 Cartographie des unités paysagères socio-écologiques (UPSE)
- K3 Comptes écosystémiques des paysages fonctionnels (infrastructure)
- K4 Comptes écosystémiques du carbone
- K5 Comptes écosystémiques de l'eau
- K6 Compte de la capacité écosystémique totale

### ***Le didacticiel Kangaré propose une méthode pratique, étape par étape, pour la production et l'utilisation de la CECN***

Module **K0 : Mise en route** comprend l'installation et l'ouverture du progiciel SAGA SIG et la découverte des différents ensembles de données qui seront utilisées.

Module **K1 : Comptes de la couverture des terres** suit les différentes étapes de la production des comptes. Les comptes de couverture des terres (ou d'occupation des sols) de la CECN correspondent aux "comptes d'étendue des écosystèmes" du SCEE-CEE (Système de comptabilité économique et environnementale des Nations unies - Comptes expérimentaux des écosystèmes) dont les totaux des "gains et pertes" sont identiques aux totaux de la "formation et de la consommation de couverture des terres" de la CECN. Les comptes de la CECN sur la couverture des terres suivent la méthodologie LEAC (Land and Ecosystem Accounts) utilisée par l'Agence européenne pour l'environnement pour établir les comptes de 39 pays membres. Le travail pratique couvre les différentes étapes de la production des comptes de stocks et de flux de couverture des terres et la présentation des résultats par divisions géographiques sous forme de tableaux et de cartes.



Module : **K2 Cartographie des unités paysagères socio-écologiques (UPSE)**. Les UPSE sont les unités statistiques systémiques pour lesquelles des comptes complets sont établis et pour lesquelles la valeur écologique est finalement calculée. Les UPSE sont définies comme des unités géographiques combinant un type paysager dominant et les limites de bassins hydrologiques. Le module K3 Comptes des paysages écosystémiques fait usage des UPSE pour l'intégration de ses différentes composantes. Le travail pratique K2 couvre les différentes étapes de la production de la carte des USPE et leur classification selon leur type paysager dominant.

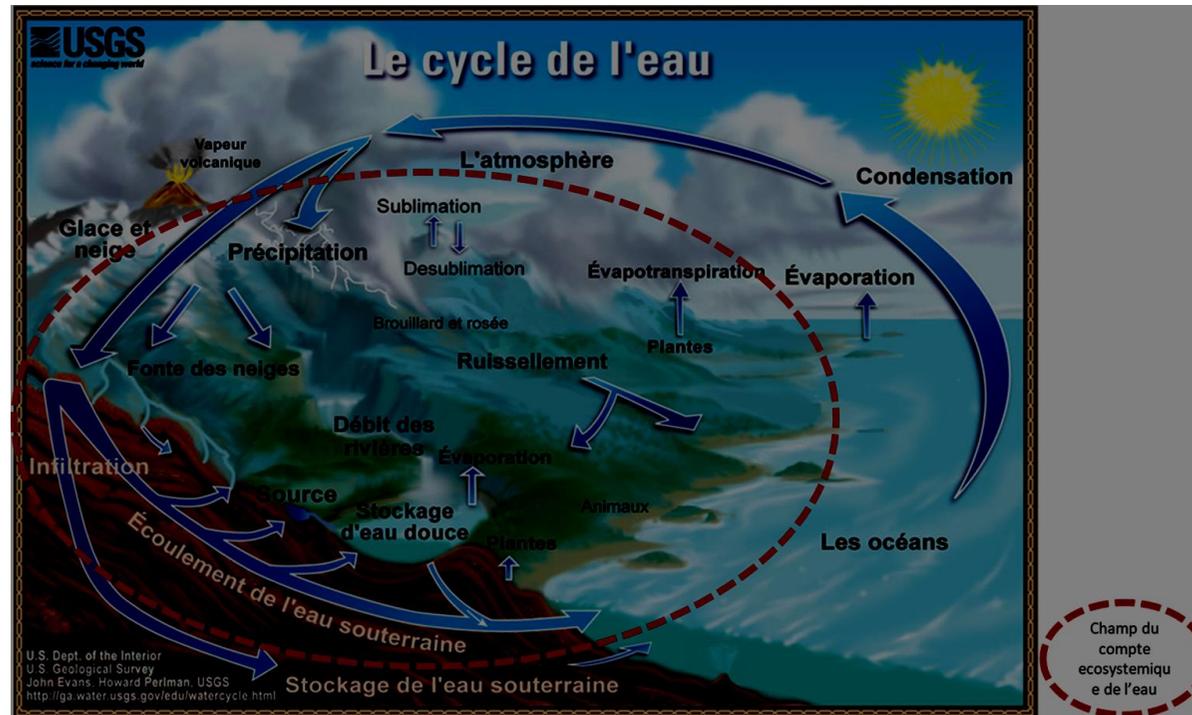
Module **K3 : Comptes écosystémiques des paysages fonctionnels (aussi appelés infrastructure écosystémique)**. Ils présentent d'abord l'étendue des écosystèmes en termes de couverture des terres (surfactive) et la complètent par l'étendue des rivières en termes linéaires. Ces comptes de base fournissent ensuite les éléments de l'état des écosystèmes liés à leur potentiel, à leur intégrité et à leur biodiversité ainsi que d'autres facteurs de santé. Ils permettent le calcul des indicateurs du Potentiel écosystémique net des paysages (PENP-NLEP) et Potentiel écosystémique net des rivières (PENR-NREP) et de l'agrégat Potentiel total de l'infrastructure écosystémique (PTEI-TEIP).

Module **K4 : Comptes écosystémiques du carbone**. Les comptes présentent d'abord les stocks de carbone biologique de la biomasse végétale au-dessus du sol (y c. bois mort et litière), le carbone organique du sol et le carbone animal (terrestre et aquatique). Les flux d'apport en biocarbone sont principalement constitués de la production primaire nette résultant de la photosynthèse auxquels sont joints des apports secondaires ainsi que les retours à l'écosystème sous forme de résidus des récoltes et de la consommation. Cette écriture des retours est rendu nécessaire par l'enregistrement du prélèvement total de biomasse vivante lors des récoltes agricoles et forestières, produits et résidus de production. Le compte enregistre également les pertes de biocarbone dues aux changements d'utilisation des terres, aux feux et à l'érosion des sols. Les principaux soldes comptables sont le Solde net du carbone écosystémique (SNCE-NECB), la Ressource nette accessible en biocarbone et l'indicateur qui en dérive de Soutenabilité de l'utilisation du biocarbone, le Potentiel en biocarbone écosystémique et la Valeur unitaire interne du biocarbone.

## Le compte écosystémique de l'eau

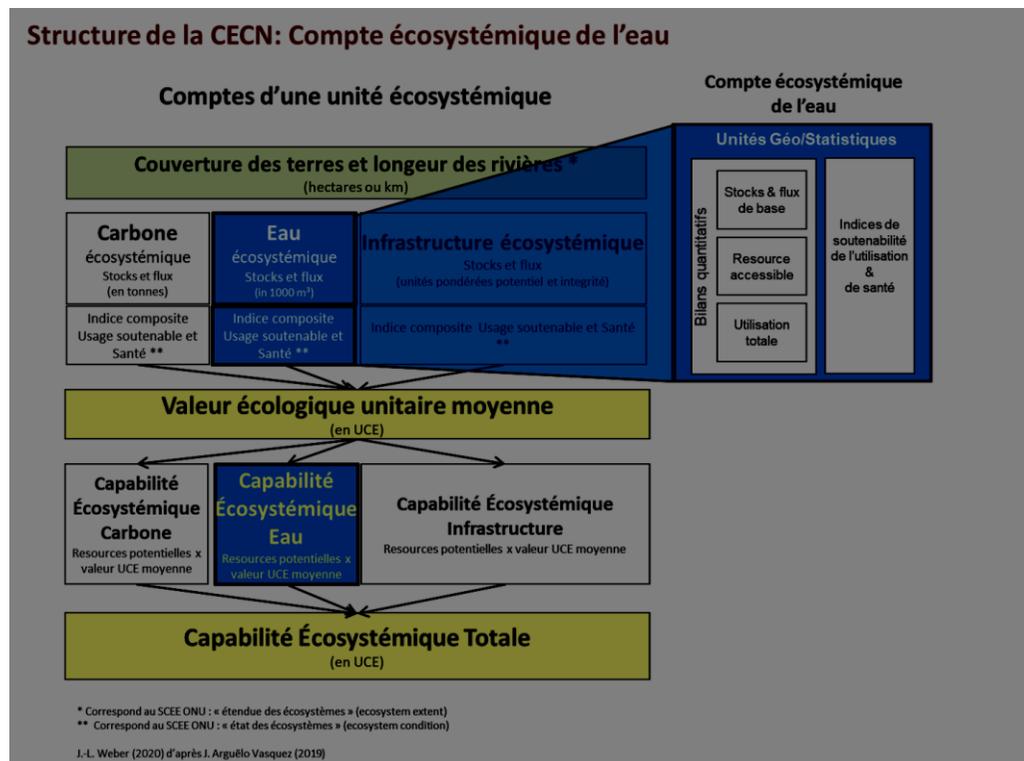
Les comptes écosystémiques du carbone traitent pour les écosystèmes terrestres et aquatiques des stocks et flux du carbone organique de la biomasse et du sol. Pour l'atmosphère, ils incluent aussi le carbone des gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, COV...). Dans la Trousse de démarrage rapide de la CECN, seuls sont couverts les écosystèmes terrestres et côtiers (y compris leurs masses d'eau). Les stocks de carbone fossile ne font pas partie de l'écosystème. Les émissions vers l'atmosphère du fait de la combustion de biomasse ou de processus engendrant du méthane et des COV sont enregistrées (en tonnes de carbone) dans les bilans de base. Le cadre comptable prévoit en plus des tableaux (optionnels) pour enregistrer d'une part les émissions résultant de la combustion de carbone fossile et d'autre part pour convertir les émissions provenant du biocarbone en CO<sub>2</sub>eq, l'unité de mesure composite utilisée dans le rapportage à la Convention sur le climat.

Le champ des comptes écosystémiques du carbone de la CECN-TDR peut se représenter à partir de cette image classique du cycle du carbone (source :



Source : <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclefrenchhi.html>

Le compte du carbone permet de calculer la Capacité écosystémique carbone (mesurée en UCE) qui, avec la Capacité Eau et la Capacité des paysages écosystémiques forme la Capacité écosystémique totale des UPSE.



Le compte de l'eau comprend quatre tableaux articulés de la manière suivante, présentée dans le manuel CBD-TS77, chapitre 6:

I. Bilan hydrique de base de l'écosystème	Stocks Apports primaires et secondaires Transferts entre masses d'eau et entre bassins Évapotranspiration réelle Prélèvements d'eau, fourniture et emplois Retours (y c. pertes) et rejets d'eaux usées	<i>Total des apports et retours d'eau</i> <i>Accumulation nette d'eau écosystémique</i>
II. Compte de la ressource écosystémique accessible	Ressource totale en eau renouvelable Stocks accessibles reportés à nouveau Restrictions d'utilisation Autres corrections d'accessibilité	<i>Excédent net d'eau accessible dans l'écosystème</i>
III. Compte de l'utilisation totale de l'eau	Utilisation totale de l'eau de l'écosystème: eau bleue, grise et verte Importations/ contenu en eau des produits Importations/ eau incorporée	<i>Utilisation totale de l'eau de l'écosystème</i> <i>Utilisation directe d'eau</i> <i>Exigence totale en eau</i>
IV. Tableau des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique	Intensité soutenable de l'utilisation des ressources en eau écosystémique Indice composite du changement de l'état de santé de l'eau écosystémique	<i>Valeur unitaire écosystémique interne de l'eau</i>

Le tutoriel va suivre pas à pas les différentes étapes. Toutefois, le compte de l'utilisation ne couvrira pas les importations et exportations de biocarbone incorporés aux échanges de biens et services. Il ne traitera pas non plus du carbone fossile.

Il faut d'abord noter que, alors que le compte de l'infrastructure écosystémique décrit des changements de stocks entre deux dates, le compte du carbone couvre à la fois les changements de stocks et les flux annuels qui en sont à l'origine. Comptabiliser les flux est en effet essentiel pour relier le compte écosystémique à la statistique économique et calculer l'indicateur d'utilisation soutenable du biocarbone intérieur au territoire. Cela veut dire qu'il faut produire un compte complet pour chaque année.

Les stocks de carbone écosystémique sont constitués d'abord de la biomasse au-dessus du sol (en. AGB pour Above Ground Biomass) subdivisée en biomasse vivante et litière et bois mort. Ils comprennent également les racines et le carbone organique du sol (en. SOC pour Soil Organic Carbon). Enfin, le compte de stock enregistre le biocarbone animal.

Le bilan de base du carbone écosystémique enregistre en entrées la production primaire nette de biomasse (NPP), la production secondaire animale,

De fait le compte de l'utilisation du biocarbone est très exhaustif et détaillé et couvre à la fois les prélèvements primaires, les pertes associées à ces prélèvements et aux changements de l'utilisation des sols ainsi que les rejets et autres retours qui viennent alimenter les écosystèmes. D'un point de vue comptable, cela veut dire que les retours de biocarbone au milieu naturel (y compris sous forme de déchets) doivent avoir une contrepartie équivalente dans le total comptable des entrées. De cette manière, le solde du compte, le Solde Net du Carbone Écosystémique (SNCE ; en. NECB pour Net Ecosystem Carbon Balance) reflète bien les gains et pertes du système résultant soit de l'exploitation économique, soit des échanges avec l'atmosphère. Ces derniers sont principalement la NPP et la respiration dite hétérotrophique (celle des organismes vivants se nourrissant de constituants organiques préexistants, par opposition à la respiration des plantes liée à la photosynthèse) et la combustion de la biomasse.

Le bilan de base de l'écosystème simplifié peut se représenter comme ci-dessous :

Tableau I : Bilan de base du carbone écosystémique

<b>C1 Stocks d'ouverture</b> (végétation, litière, sol, faune)
<b>C2_3 Production Primaire Nette</b> (NPP=photosynthèse nette)
<b>C2_5 Production secondaire nette</b> (animale)
<b>C2_6 Échanges naturels</b> (migrations, sédiments...)
<b>C2_7+C2_8 Retours et rejets</b> (de production et de consommation)
<b>C2 Total des apports de biocarbone</b>
<b>C3_1+C3_3+C3_4 Récolte nette</b> (agriculture, foresterie, pêche...)
<b>C3_2+C3_5 Résidus et rejets</b> (de production et de consommation)
<b>C4_1 Pertes indirectes</b> par utilisation des terres
<b>C4_3 Combustion de biomasse</b> (bois de feux, feux provoqués)
<b>C6_2 Érosion du sol</b> (carbone organique)
<b>C6_3 Feux de forêt</b> et autres incendies d'origine naturelle et multiple
<b>C6_41+C6_42 Respiration hétérotrophique</b> de surface et du sol
<b>C6_43 Décomposition</b> de la litière vers le sol
<b>C7 Total des sorties de biocarbone</b>
<i>Solde Net des flux de Carbone Écosystémique (SNCE 1)</i>
<b>C9 Stocks de clôture</b> (végétation, litière, sol, faune)
<i>Solde Net des stocks de Carbone Écosystémique (SNCE 2)</i>

On notera que les résidus et rejets enregistrés dans le total des Sorties sont reportés en Entrées, ce qui permet de ne pas fausser le Solde net des flux de carbone. Le Solde net du carbone peut être calculé à partir des flux (Entrées-Sorties) ou à partir des stocks (Stock de clôture - Stock d'ouverture). Les deux calculs donnent en principe le même résultat mais des écarts peuvent survenir en raison de problèmes d'estimation.

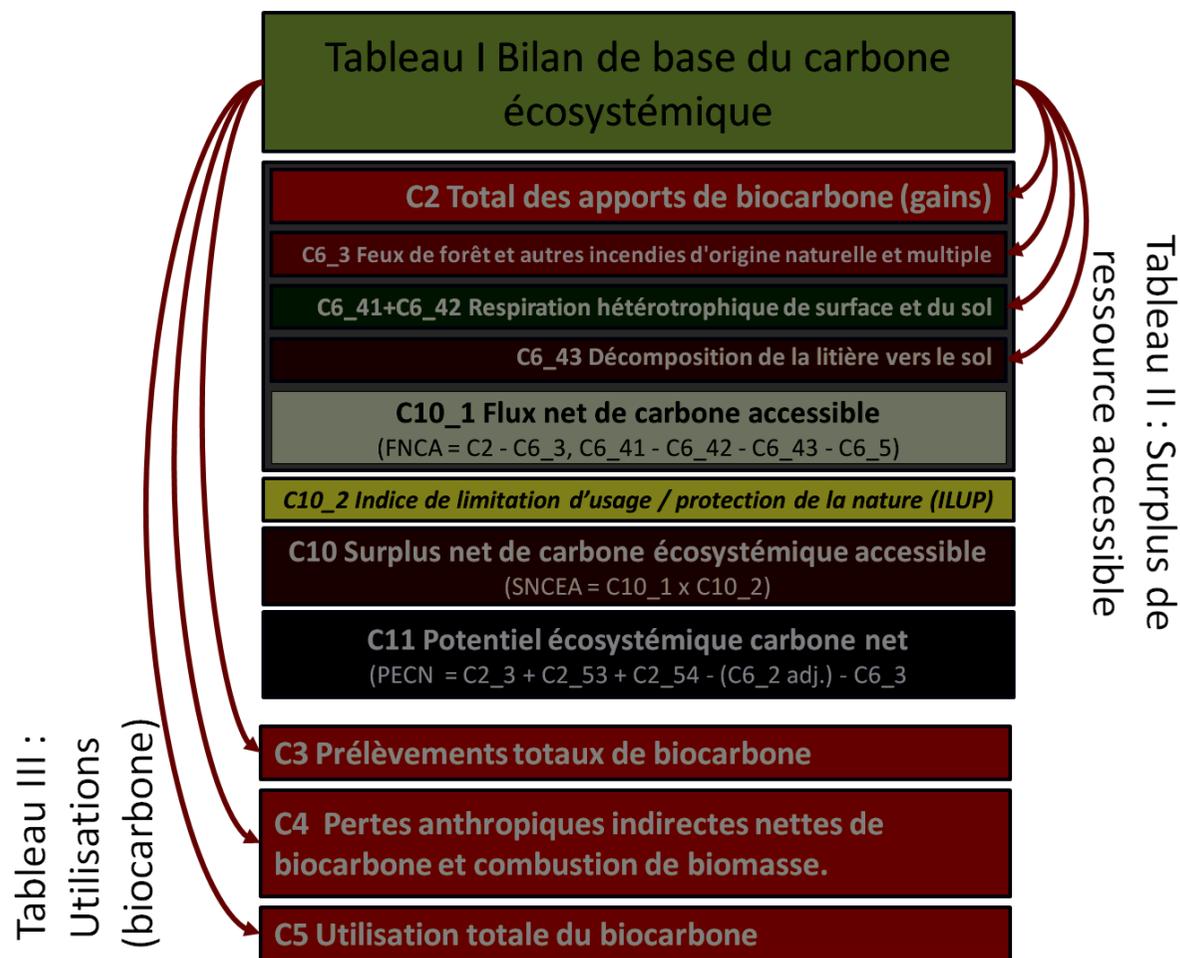
Le compte du surplus de ressource accessible enregistre le flux net de carbone accessible, le surplus net de carbone écosystémique accessible (C10 SNCEA)

qui est utilisé pour l'estimation de l'indice d'utilisation soutenable et le potentiel écosystémique net carbone qui est le montant qui sera utilisé pour le calcul de la Capacité Écosystémique Carbone (en UCE). Le Flux net de carbone accessible (C10\_1) est le total des apports de biocarbone (C2) diminué des sorties d'origine naturelle ou multiple qui sont les feux de forêt et autres incendies d'origine naturelle et multiple, la respiration secondaire de surface, la décomposition de la litière vers le sol et les transferts de biocarbone entre stocks dus à des causes naturelles (formation naturelle de matière organique morte, de litière).

La totalité du flux net n'est pas utilisable car il peut y avoir des restrictions d'usage dues par exemple à des plans de gestion pluriannuels de forêts ou plus fréquemment à des contraintes de protection de la nature. Un ajustement est donc effectué pour tenir compte de ces limitations. Dans Kangaré\_MDA, l'ajustement sera fait à partir des cartes des protections naturelles cumulées déjà utilisées pour l'infrastructure écosystémique. Cet indice est nommé Indice de limitation d'usage dû à la protection de la nature (C10\_2 ILUP). L'indicateur C10 Surplus net de carbone écosystémique accessible (SNCEA ; en. NEACS, nom court : C10NEACSAccess\_Surplus) est le produit du flux net C10\_1 et de l'indice de limitation C10\_2. Lorsque C10\_1 est négatif, il n'a aucune ressource accessible sans épuisement, tout prélèvement résultant en une diminution du stock. SNCEA est alors mis à zéro (en pratique, affecté d'une valeur conventionnelle 1 pour éviter les résultats de calculs avec division par zéro).

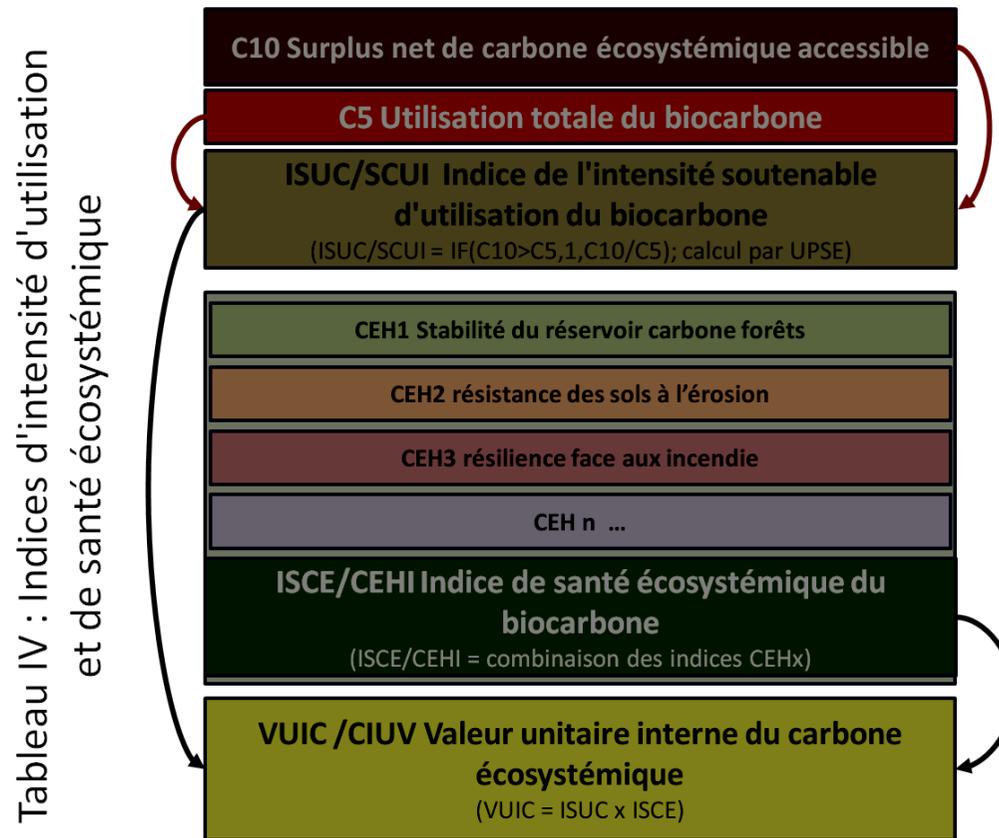
Le Potentiel écosystémique carbone net (PECN ; en. NECP, nom court C11NECPotential) ne mesure pas le carbone exploitable mais le carbone disponible pour l'ensemble des fonctions de l'écosystème. Il est mesuré comme la NPP augmentée du croît de la biomasse animale (en particulier le cheptel), de la décomposition de la litière vers le sol, et diminuée des pertes de carbone organique dues à l'érosion des sols aux incendies dûs à des causes naturelles ou multiples.

Le tableau III des Utilisations totales du biocarbone et du géo-carbone n'est renseigné dans K\_MDA que pour le carbone écosystémique. Il reprend les éléments du tableau des sorties du bilan de bases et présente les Prélèvements totaux de biocarbone ( $C3\_TOT\_WithdrawBioC = \text{récoltes nettes} + \text{résidus et retours}$ ) et l'Utilisation totale du biocarbone écosystémique ( $C5Use\&Loss = C3\_TOT\_WithdrawBioC + C4NetIndirLoss$ ) qui est utilisé ensuite pour le calcul de l'Indice d'intensité soutenable de l'utilisation du carbone (ISUC ; en. SCUI, SCU\_SustUseIndex).



Le Tableau IV des indices d'intensité d'utilisation et de santé écosystémique présente d'abord ISUC, l'indice de l'intensité durable de l'utilisation du biocarbone qui est le ratio entre le surplus net de ressource accessible (SNCEA) et l'utilisation totale de biocarbone. ISUC est égal à 1 si l'utilisation totale demeure inférieure au surplus net, une situation sans épuisement quantitatif de la ressource. Le tableau calcule ensuite l'Indice de santé écosystémique du carbone (ISCE ; en. CEHI). Celui-ci résulte d'un diagnostic qui prend en compte la stabilité des réservoirs de carbone, notamment des forêts, la résistance à l'érosion, la résilience face aux incendies etc... L'indicateur final de Valeur unitaire interne du carbone écosystémique (VUIC ; en. CIUV,

CIUV\_InternUnitValue) est calculé comme produit de SCUI par SCE.



## Étapes de travail du module Kangaré K5

La production du compte du carbone écosystémique consiste dans un premier temps à collecter les meilleures données disponibles, à rééchantillonner les statistiques et les données basse résolution et à estimer les données manquantes. Dans un deuxième temps les différentes données sont intégrées dans le cadre comptable de la CECN en utilisant une procédure semi-automatisée.

Deux comptes seront produits, un pour 2000 et un pour 2015 ; les stocks d'ouverture 2000 et 2015 seront estimés indépendamment de flux en fonction de la couverture des terres et des pertes d'arbres. La procédure est celle de la CECN-TDR de niveau 1, dite « Mise en œuvre Accélérée » (MOA).

Les étapes de travail du module Kangaré K4 sont les suivantes : [numérotation provisoire]

- A Introduction au compte écosystémique du biocarbone
- B Production des fichiers raster des stocks et flux de biocarbone (collecte et traitement des données d'entrée ; estimation indirecte de données manquantes; rééchantillonnage...)
  - B.1 Stocks de biocarbone :
    - B.1.1 Végétation au-dessus du sol (Above Ground Biomass ; AGB)
      - B.1.1.1 Stocks d'arbres
      - B.1.1.2 Broussailles et herbe
    - B.1.2 Racines
    - B.1.3 Litière
    - B.1.4 Carbone organique du sol
    - B.1.5 Biomasse animale
  - B.2 NPP
  - B.3 Récoltes agricoles
  - B.4 Pâturage et lisier
  - B.5 Récoltes de bois
  - B.6 Pertes de biomasse due au changement de l'utilisation des terres
  - B.7 Perte de carbone organique du sol due au changement de l'utilisation des terres
  - B.8 Combustion de bois de chauffage
  - B.9 Transferts de biomasse vers l'eau (pollution organique urbaine)
  - B.10 Feux de forêts, incendies
  - B.11 Érosion des sols
- C Extraction par UPSE des données raster 2000 et 2015
- D Compilation du compte du carbone écosystémique en utilisant le modèle comptable CECN-TDR « Mise en œuvre accélérée »
- E Arbitrage des comptes
- F Production de comptes par division administratives et par bassins versants

## b A - Production des fichiers raster des stocks et flux de biocarbone

On commence par ouvrir un nouveau projet SAGA Gis dans lequel on charge

- Les fichiers de la couverture des terres 2000 et 2015 :
  - H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\LandCover\Land\_cover\_Level2\_2000\_K\_MDA\_ProbaV\_EPSG3035\_100m.sg-grd-z
  - H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\LandCover\Land\_cover\_Level2\_2015\_K\_MDA\_ProbaV\_EPSG3035\_100m.sg-grd-z
  - La légende de la couverture des terres: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Look-up\_Tables\_de\_correspondance\Legende\_FR\_LandCover\_Niveau2\_SAGA.csv
- Le fichier des limites d'UPSE/HYBAS10 :
  - H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Hydroshed\_HYBAS\_Rivers\hybas\_MDA\_lev10\_v1c3035.shp
- On crée deux fichiers .shp en sauvant « hybas\_MDA » une première fois sous
  - H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shpet une seconde fois sous
  - H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp.shp

Les données du compte carbone par UPSE seront d'abord extraites dans ces fichiers SELU.shp avant d'être intégrés sous tableur.

Les différentes opérations comptables sont désignées par leur nom et par leur code et leur nom court en référence aux tableaux du compte du biocarbone F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\ENCA-QSP\_FTI\_Tables\_with\_formulas\_v5.xlsx , onglet T2\_CarbonAccount\_formulas.

### 1 Stocks de biocarbone (C1)

Les stocks d'ouverture C1 font l'objet d'une estimation à partir des données disponibles alors que les stocks de clôture C9 seront déduits des différentes opérations du compte.

Les données disponibles sont présentées sous différentes unités : volumes pour les récoltes, tonnes de biomasse et plus rarement tonnes de carbone. A quoi il faut ajouter les données de densité d'objets (arbres, broussaille, herbes...) et de couverture des terres.

Les conversions de volume en tonnes de biomasse, quand nécessaire, sont faites en utilisant des coefficients trouvés dans la documentation de la FAO. Les coefficients de conversions entre tonnes de biomasse et tonnes de biocarbone variant de environ 0.47 à 0.53, on utilise pour la CEEN la valeur retenue dans un grand nombre de modèles biophysiques est 0.5.

### 1 Biomasse au-dessus du sol vivante/biocarbonate (C1\_1LivingAGB\_AGC)

La biomasse au-dessus du sol (en. Above Ground Biomass; AGB) est composée de la Végétation au-dessus du sol vivante et de la litière et du bois mort. La biomasse du sol comprend les racines et le carbone organique du sol (en, soil organic carbon ; SOC).

Compte-tenu des données disponibles, les arbres qui sont mieux observés et représentent les stocks les plus important d'AGB sont traités séparément. Les autres composants de la végétation au-dessus du sol (broussailles et herbes) sont estimés séparément.

#### Estimation du stock d'arbres 2015

Les données les plus récentes disponibles pour estimer les stocks de biomasse arbres sont fournies par l'Agence Spatiale Européenne : **ESA Biomass Climate Change Initiative (Biomass\_cci): Global datasets of forest above-ground biomass for the years 2010, 2017 and 2018, v2**

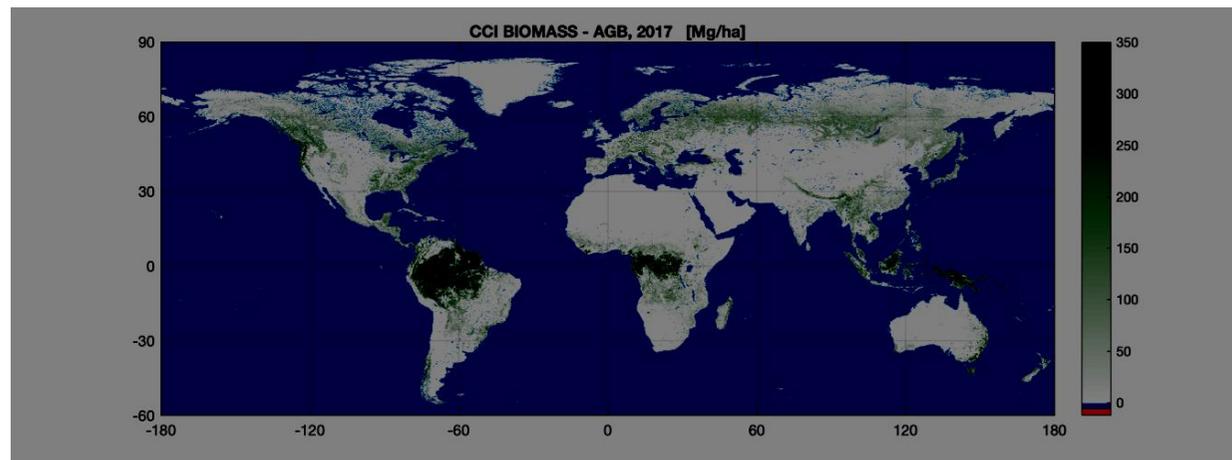
Les données portent sur la **biomasse au-dessus du sol (AGB, unité : tonnes/ha**, aussi notée Mg/ha) pour les années 2010, 2017 et 2018 (ensemble de données matricielles/ raster). Elle est définie comme la masse, exprimée en poids sec au four, des parties ligneuses (tige, écorce, branches et rameaux) de tous les arbres vivants, à l'exclusion de la souche et des racines.

*Référence : Santoro, M.; Cartus, O. (2019): ESA Biomass Climate Change Initiative (Biomass\_cci): Global datasets of forest above-ground biomass for the year 2017, v1. Centre for Environmental Data Analysis, 02 December 2019. doi:10.5285/bedc59f37c9545c981a839eb552e4084. <http://dx.doi.org/10.5285/bedc59f37c9545c981a839eb552e4084>*

Les données biomasse ont été estimées à partir des images des satellites radar (SAR pour Synthetic Aperture Radar) Sentinel-1 (ESA) et ALOS-2 et PALSAR-2 (JAXA). L'ESA annonce le lancement d'un nouveau satellite dédié en particulier à la biomasse en 2022. La documentation



complète est accessible sur le site CEDA (voir ci-dessous).

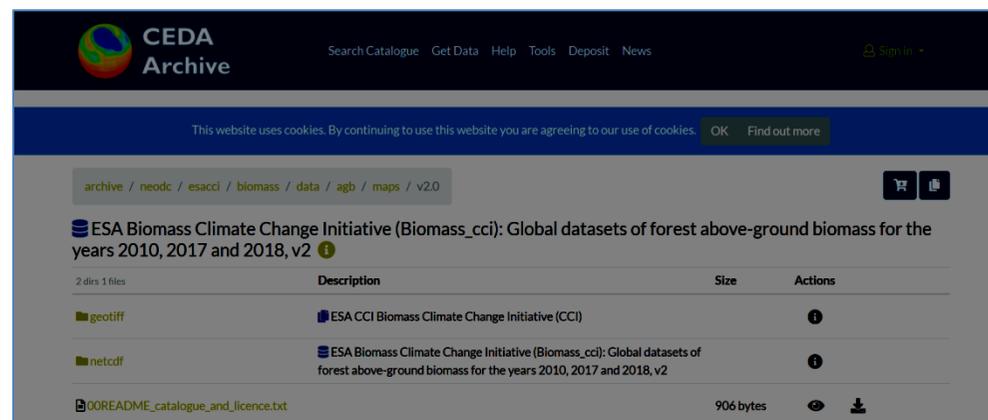


Une carte correspondant environ à l'année 1990 est annoncée mais n'est pas disponible à ce jour (mai 2021). La comparaison des trois points montre des variations importantes qui semblent provenir des données collectées et de l'algorithme utilisé. Ces anomalies probables sont indiquées dans les fichiers associés aux différentes cartes et qui associe à chaque pixel une mesure de l'écart-type (en. Standard deviation ou Standard Error) indiquant l'incertitude du résultat. Cette information est utilisée dans la modélisation globale pour le climat mais est de peu d'utilité pour l'utilisation des données à des niveaux géographiques plus fins, notamment pour la comptabilité écosystémique. Ces données ne seront corrigées qu'avec des séries chronologiques permettant de détecter plus précisément les anomalies annuelles.

La comptabilité écosystémique de niveau 1, « mise en œuvre rapide » va donc partir d'une mesure du stock 2015 estimée par défaut comme la moyenne des années 2010, 2017 et 2018. Le stock de l'année 2000 sera ensuite estimé de manière rétroactive en utilisant les données sur les pertes en arbres annuelles fournies pour la base de données « Global Forest Change ».

### *Téléchargement des données ESACCI-BIOMASS 2010*

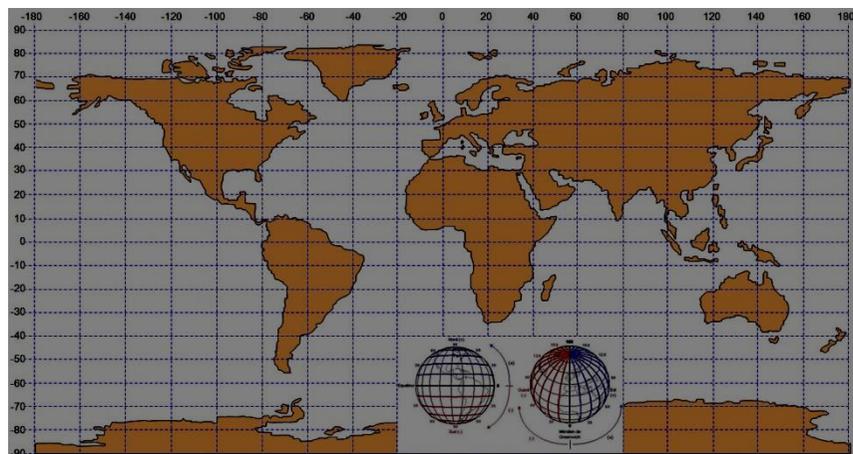
Les données sont distribuées en différents formats par CEDA <https://data.ceda.ac.uk/neodc/esacci/biomass/data/agb/maps/v2.0/>



On choisit le format geotiff puis l'année 2010. On accède alors à une page où on peut sélectionner une tuile correspondant à la zone K\_MDA : <https://data.ceda.ac.uk/neodc/esacci/biomass/data/agb/maps/v2.0/geotiff/2010>

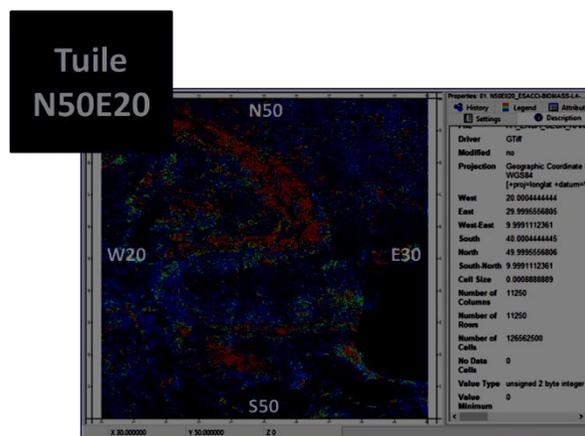


Les données géographiques planétaires (notamment les images satellites) sont souvent fournies en coordonnées géographiques WGS84 EPSG:4326. C'est le cas d'ESACCI-BIOMASS.



Lorsqu'elles sont fournies par tuiles, celles-ci sont repérées par les **coordonnées géographiques du coin supérieur gauche**. Comme la numérotation commence à la valeur East = 0 et dans le cas présent va vers l'Est, la seconde tuile aura comme coordonnées du point supérieur gauche sa valeur Nord et la valeur Est de la tuile précédente.

La tuile (principale...) d'ESACCI-BIOMASS pour K\_MDA a donc les coordonnées géographiques suivantes :



Sur la page <https://data.ceda.ac.uk/neodc/esacci/biomass/data/agb/maps/v2.0/geotiff/2010> on télécharge la tuile **N50E020\_ESACCI-BIOMASS-L4-AGB-MERGED-100m-2010-fv2.0**

 N50E020\_ESACCI-BIOMASS-L4-AGB-MERGED-100m-2010-fv2.0.tif

93.8 MB

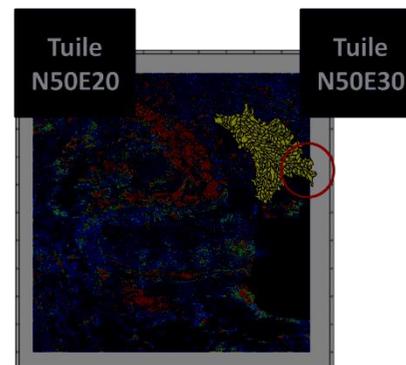


que l'on sauve sous

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\N50E020\_ESACCI-BIOMASS-L4-AGB-MERGED-100m-2010-fv2.0.tif

**ATTENTION**, il y a à chaque fois 2 fichiers aux noms presque identiques. Le second comporte en outre la mention « SD » pour « standard-deviation » ou écart-type qui est une indication de la qualité de l'échantillonnage. Cette variable est d'usage courant dans les modèles « climat » ; elle n'est pour l'instant pas utilisée pour la CECN-TDR.

Il faut ensuite s'assurer que la zone d'étude K\_MDA est complètement couverte. La superposition du fichier .shp des UPSE/HYBAS10 montre que ce n'est pas le cas :



Il faut donc également télécharger le fichier **N50E030\_ESACCI-BIOMASS-L4-AGB-MERGED-100m-2010-fv2.0.tif**.

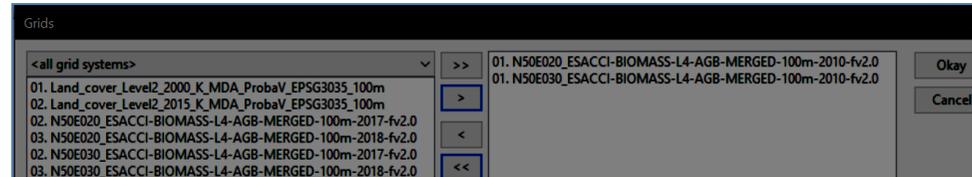
On le sauve sous :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\N50E030\_ESACCI-BIOMASS-L4-AGB-MERGED-100m-2010-fv2.0.tif

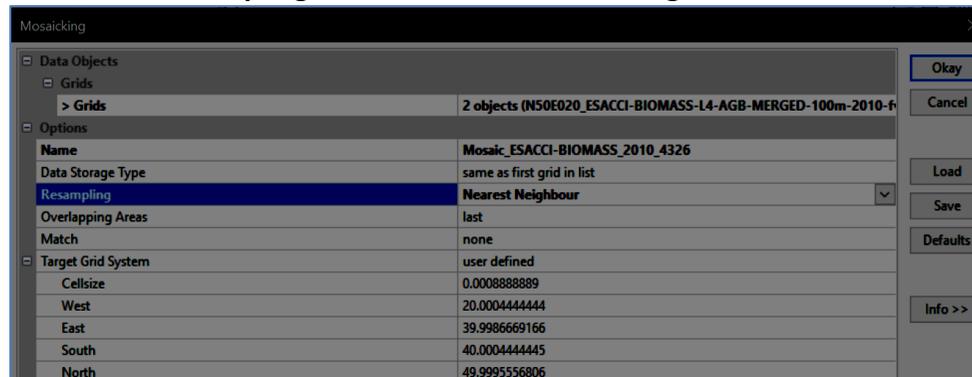
## Mosaïquage des deux fichiers ESACCIBIOMASS 2010 et projection dans le système utilisé pour K\_MDA

- **Mosaïquage**

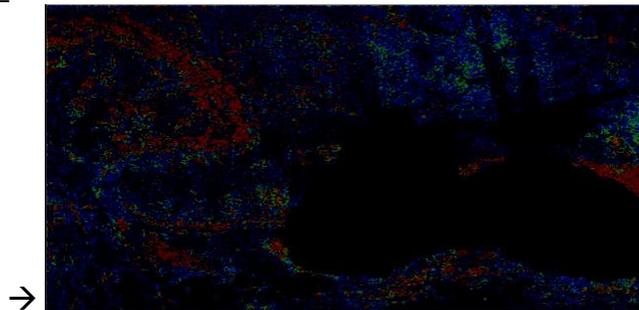
Pour assembler les deux fichiers, on utilise l'outil SAGA **Mosaicking**  et on sélectionne la paire de tuiles de 2010.



On conserve les paramètres par défaut, sauf **Resampling** où l'on choisit **Nearest Neighbour**.



On renomme Mosaic\_ESACCI-BIOMASS\_2010\_4326

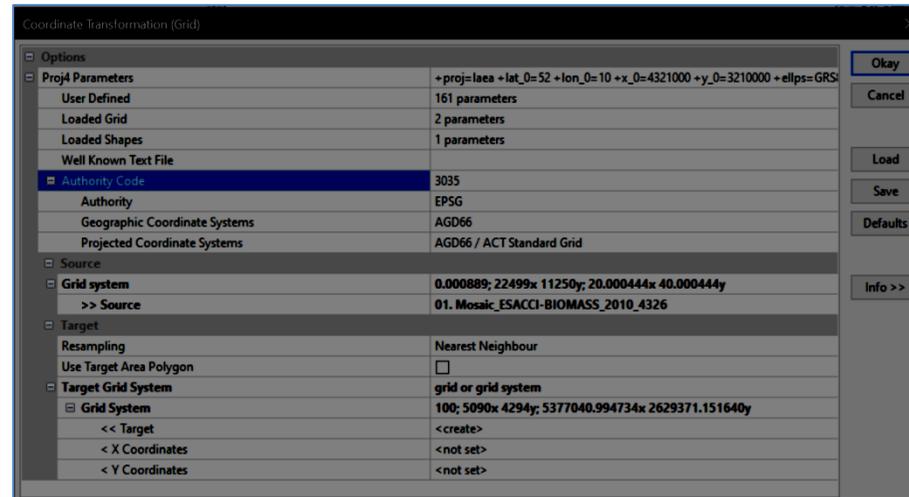


Il n'est pas nécessaire de sauver ce fichier qui est un intermédiaire de calcul qui ne sera plus réutilisé ensuite...

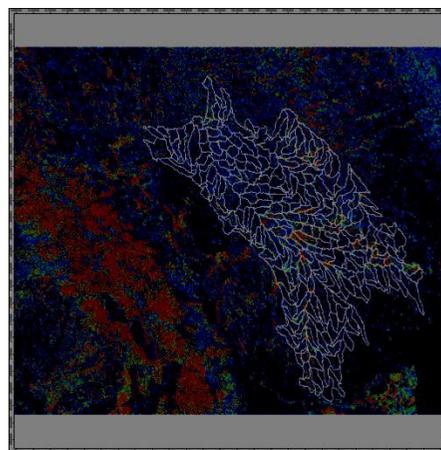
- *Projection dans le système EPSG:3035 utilisé pour K\_MDA*

La grille ESACCI-BIOMASS a une résolution implicite de l'ordre de 120m, mais exprimée en degrés. On va donc la projeter en référence à la grille standard 100m de K\_MDA, ce qui va également la recadrer.

Utiliser l'outil SAGA **Coordinate Transformation (Grid)** . Introduire **Authority Codes : 3035**, la grille à transformer et les paramètres ci-dessous. Le Grid System est celui des fichiers Land Cover K\_MDA 100m.



Resampling : changer pour Nearest Neighbour  
Grid System: celui des cartes K\_MDA à 100m.



Sauver sous : H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BIOMASS\_2010\_KMDA\_ESACCI\_3035.sg-grd-z

### Téléchargement et traitement des données des autres années

LA SÉQUENCE D'OPÉRATIONS MISE EN ŒUVRE POUR LES TUILES ESACCI\_BIOMASS2010 EST UN PROCESSUS TYPE QUI PEUT-ÊTRE RÉPÉTÉ DANS UN GRAND NOMBRE DE CAS : REPÉRAGE DE LA TUILE OU DES TUILES, ASSEMBLAGE PAR MOSAÏCKAGE ET PROJECTION DANS LE SYSTÈME UTILISÉ POUR LE PROJET CECN. IL NE SERA PAS RÉPÉTÉ DANS KANGARÉ OÙ SERONT MAINTENANT FOURNIES DES DONNÉES PRÉTRAITÉES DE MANIÈRE À GAGNER DU TEMPS. POUR LE COMPTE CARBONE, CES DONNÉES SONT ACCESSIBLES DANS LE RÉPERTOIRE H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon.

On charge maintenant les fichiers

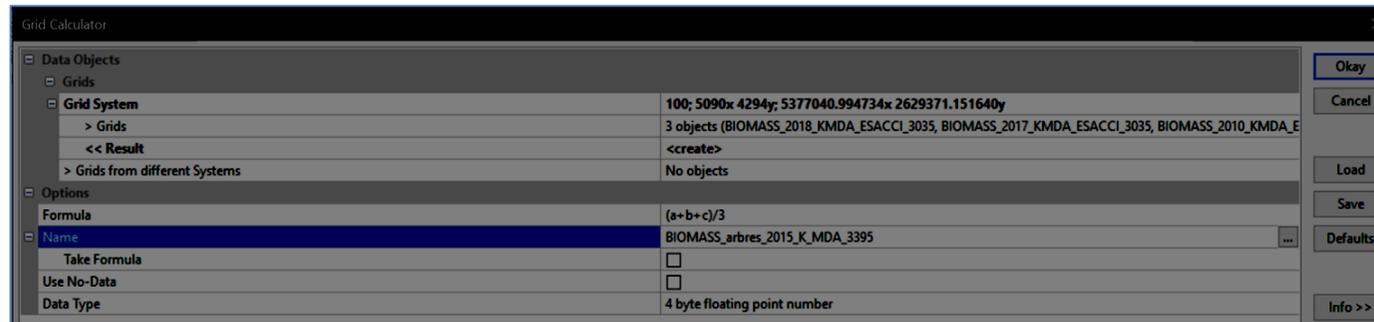
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\BIOMASS\_2017\_KMDA\_ESACCI\_3035.sg-grd-z et

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\BIOMASS\_2018\_KMDA\_ESACCI\_3035.sg-grd-z

### Calcul du stock BIOMASS-arbres de l'année de base 2015

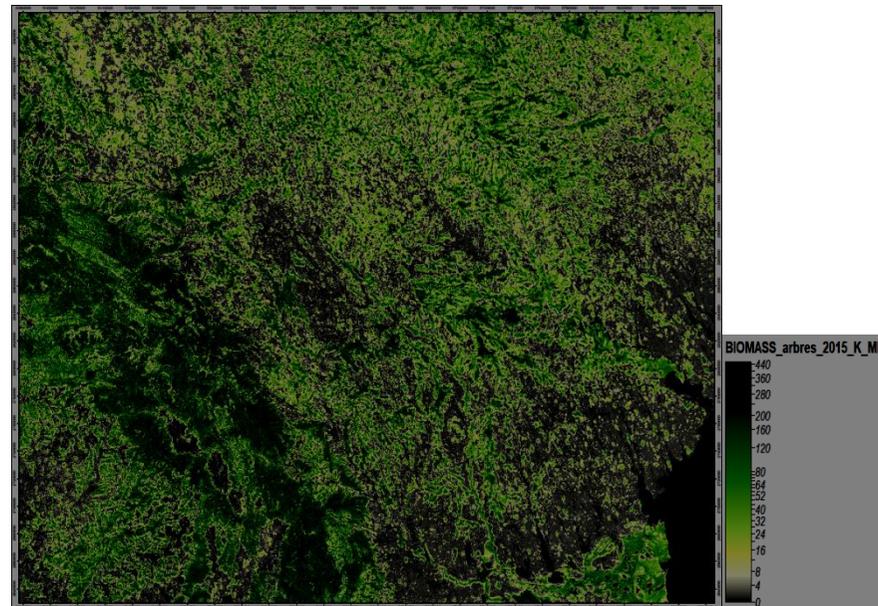
Le calcul par défaut (et faute de meilleures données) consiste à faire la moyenne des années 2010, 2017 et 2018. On utilise l'outil SAGA **Grid**

# Calculator



Name : BIOMASS\_arbres\_2015\_K\_MDA\_3395

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BIOMASS\_arbres\_2015\_K\_MDA\_3395.sg-grd-z



## Estimation du stock 2000 de biomasse des arbres [C1\_11TreeAGC]

L'estimation de 2000 va consister à soustraire de 2015 les gains et à ajouter pertes de stock de biomasse à partir des données de pertes et de gains de pixels « arbres » de 30m observés par le Global Forest Change.

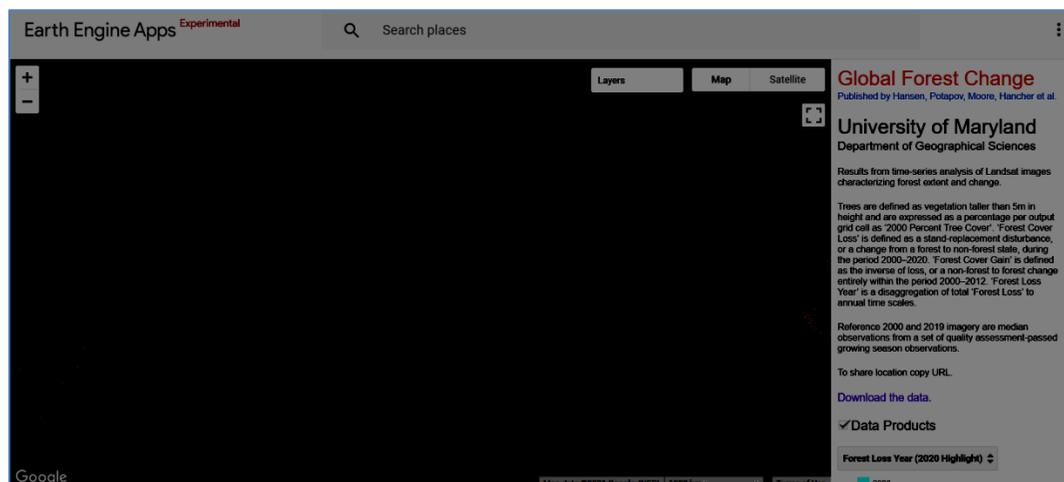
### *Téléchargement des données GFC*

L'exercice ne sera pas effectué durant cette session du tutoriel pour laquelle seront fournies en INPUT DATA des tuiles K\_MDA déjà mosaïquées et projetées en EPSG:3035.

En effet, ces fichiers de résolution 30m sont très volumineux (environ 1.4 Go un fois chargés dans SAGA) et selon la puissance du PC, il peut être nécessaire de les découper pour pouvoir les traiter et ou les mosaïquer. Une solution est d'utiliser l'outil SAGA Clip Grid with rectangle  en déclarant pour Shape/Extent le polygone le plus grand utilisé dans le projet. Pour K\_MDA, ce sont les bassins HYBAS06.shp (en coordonnées géographiques EPSG :4326, comme les données d'entrée). Le rectangle contenant HYBAS06 est dans ce cas utilisé pour extraire les pixels désirés du grand fichier de départ.

Mais les données GFC méritent d'être connues. Elles sont accessibles par les liens

<https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change#dl=1;old=off;bl=off;lon=20;lat=10;zoom=3>; pour leur visualisation



Et

<https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/download.html> pour les téléchargements (Download the data).

Les références sont :

**Source: Hansen/UMD/Google/USGS/NASA.** Use the following credit when these data are cited:

Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

Les principales données offertes sont :

- des couvertures d'images satellites LANDSAT pour 2000 et pour l'année la plus récente. Ces images sont sans nuages.
- la densité d'arbres de l'année 2000
- les gains en arbres 2000-2012 et 2012-année la plus récente (2020)
- les pertes annuelles de 2000 à l'année la plus récente (2020)
- le masque des surfaces en eau.

L'accès se fait en cliquant sur une grille et en choisissant les fichiers (voir page suivante). Ce sont des fichiers à 30 m de résolution et donc assez volumineux. Pour Kangaré MDA, on ne télécharge donc que les fichiers

[https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen\\_GFC-2020-v1.8\\_gain\\_50N\\_020E.tif](https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_gain_50N_020E.tif)

[https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen\\_GFC-2020-v1.8\\_lossyear\\_50N\\_020E.tif](https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_lossyear_50N_020E.tif)

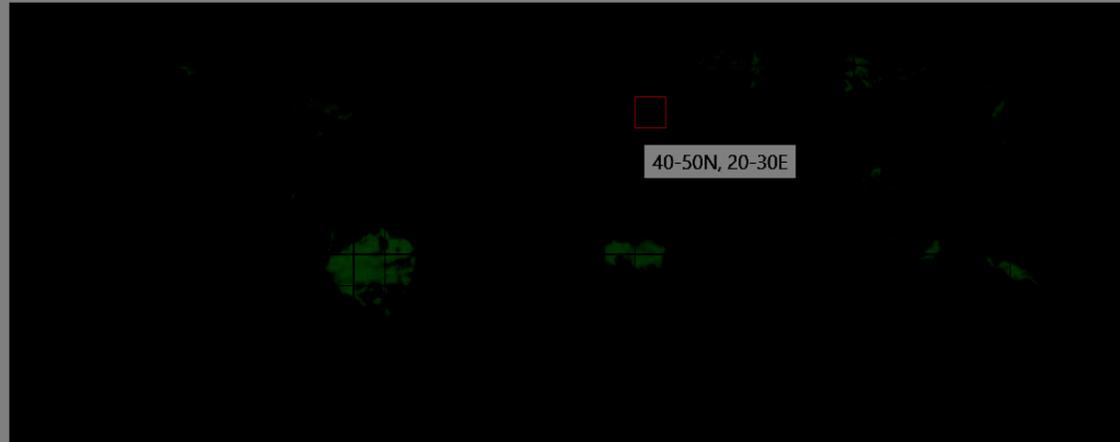
et

[https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen\\_GFC-2020-v1.8\\_gain\\_50N\\_030E.tif](https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_gain_50N_030E.tif)

[https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen\\_GFC-2020-v1.8\\_lossyear\\_50N\\_030E.tif](https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_lossyear_50N_030E.tif)

## Download Instructions

To download individual 10x10 degree granules, click on a region on the map below and then click on the URLs underneath it.



Granule with top-left corner at 10S, 50E:

```
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_treecover2000_10S_050E.tif  
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_gain_10S_050E.tif  
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_lossyear_10S_050E.tif  
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_datamask_10S_050E.tif  
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_first_10S_050E.tif  
https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC-2020-v1.8/Hansen_GFC-2020-v1.8_last_10S_050E.tif
```

Dans le répertoire INPUTDATA/Carbon Les fichiers sont fournis « mosaïqués », découpés selon la fenêtre K\_MDA et projetés en EPSG:3035.

### *Prétraitement des données Hansen\_GFC*

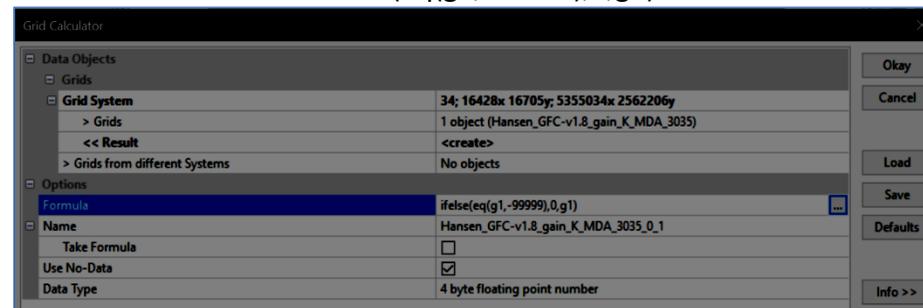
Charger les fichiers H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\Hansen\_GFC-v1.8\_gain\_K\_MDA\_3035.sg-grd-z et  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear\_K\_MDA\_3035.sg-grd-z

Les données sont dans une grille de 34m x 34m. Il faut maintenant les transformer dans la grille 100m x 100m. Le principe est de calculer par pixel de 100m la valeur moyenne des pixels de 34 m qu'il contient. Pour cela, il faudra au préalable remplacer les No-data par des 0.

- **Calcul des gains 2000-2020 dans la grille à 1 ha**

- Le fichier **Hansen\_GFC-v1.8\_gain** présente seulement des données cumulées pour les 20 années de la base de données. Soit des 1 et No-Data. On va donc immédiatement convertir les No-Data en 0.

Utiliser SAGA Grid Calculator  avec la formule `ifelse(eq(g1,-99999),0,g1)` et en cochant Use No-Data.

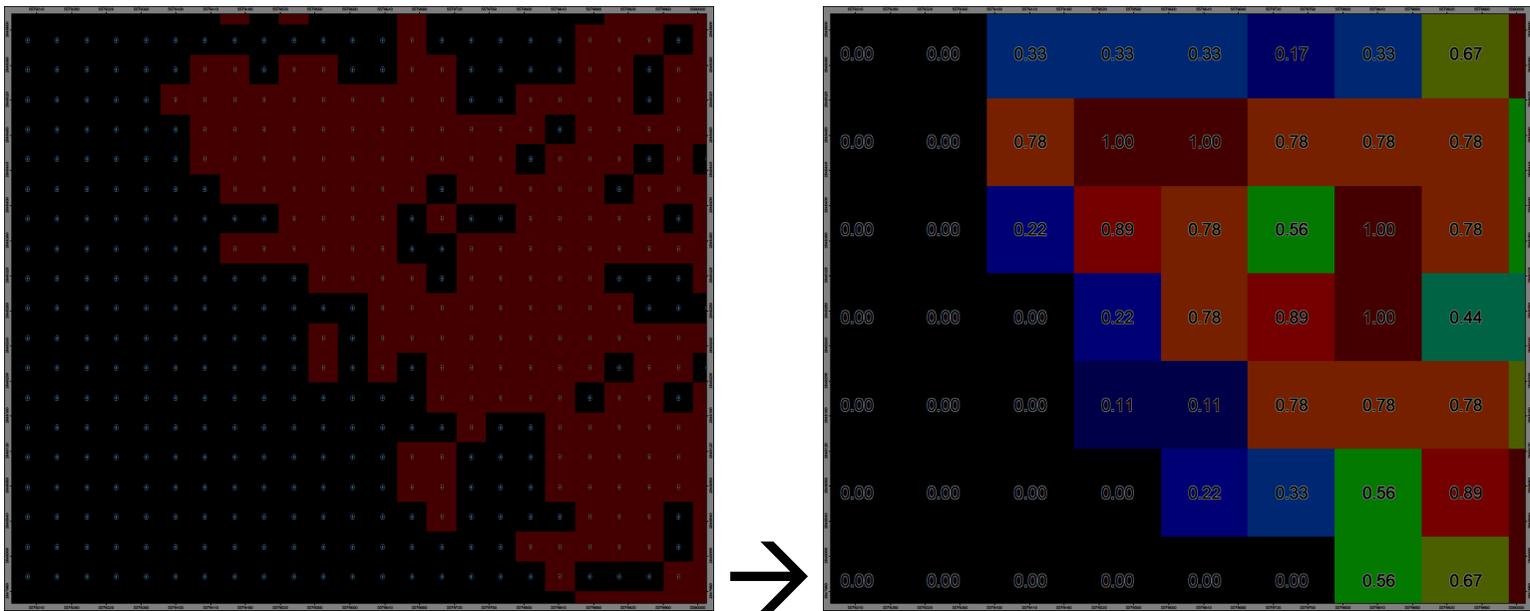
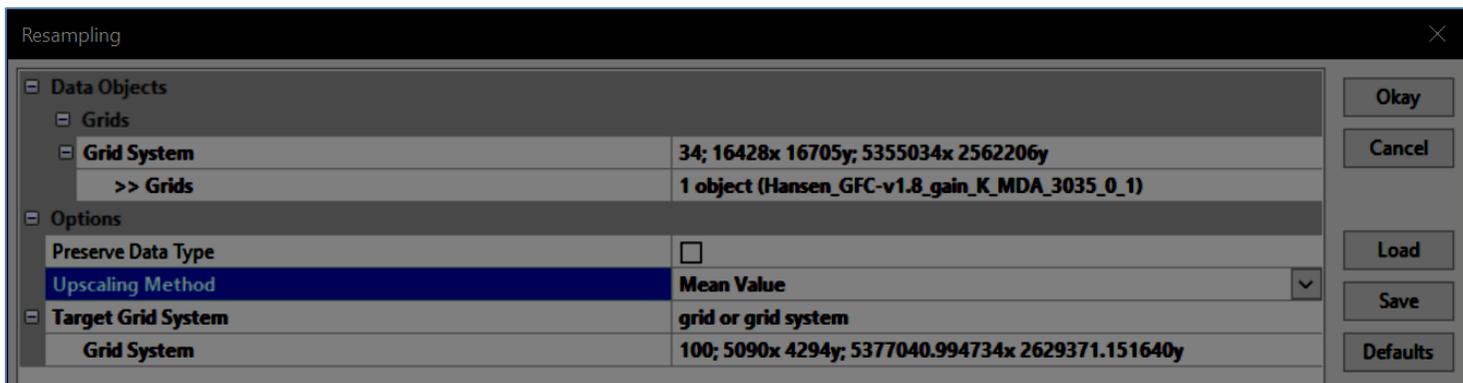


Renommer les résultats en ajoutant `_0_1`. Sauver sous :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_gain\_K\_MDA\_3035\_0\_1.sg-grd-z

- **Rééchantillonnage à 100m (Mean Value)**

Utiliser l'outil SAGA **Resampling** . Après avoir choisi la grille à rééchantillonner, il faut choisir le **Target Grid System**, avec l'option **Grid System** et la grille 100m utilisée pour le projet. Apparaît alors un choix de **Upscaling Method(s)**. Choisir l'option **Mean Value** (attention : elle est différente de *Mean Value (area weighted)* !).



Sauver sous : H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_gain\_K\_MDA\_3035\_0\_1\_100m.sg-grd-z

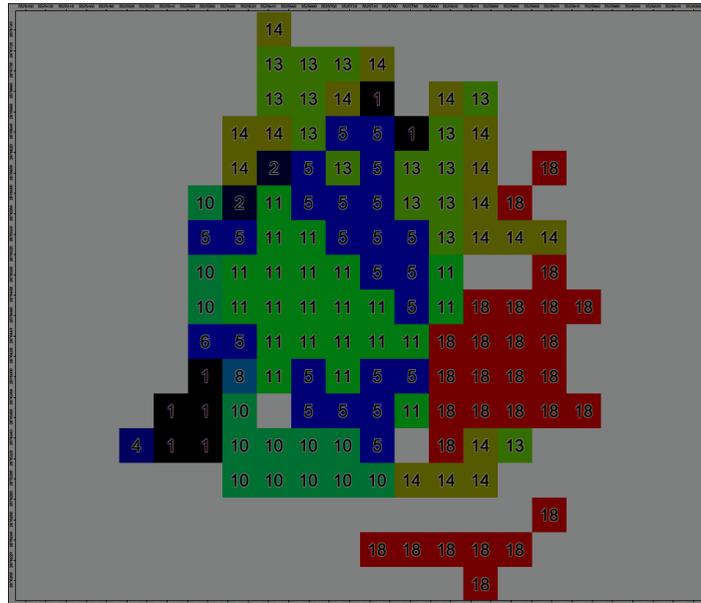
- Calcul des pertes en arbres annuelles (lossyear) 2000-2020 dans la grille à 1 ha

À la différence des gains qui sont cumulés, nous avons maintenant des pertes annuelles et il faut d'abord extraire les époques dont nous aurons besoin :

- le cumul 2001-2015 pour estimer le stock de l'année 2000 à partir de l'année 2015 estimée précédemment.
- le compte de la variation annuelle de stock 2000
- le compte de la variation annuelle de stock 2015.

Nous allons faire les traitements successivement en commençant par extraire les données correspondant à ces trois époques.

Le fichier « loss year » se présente de la manière suivante :



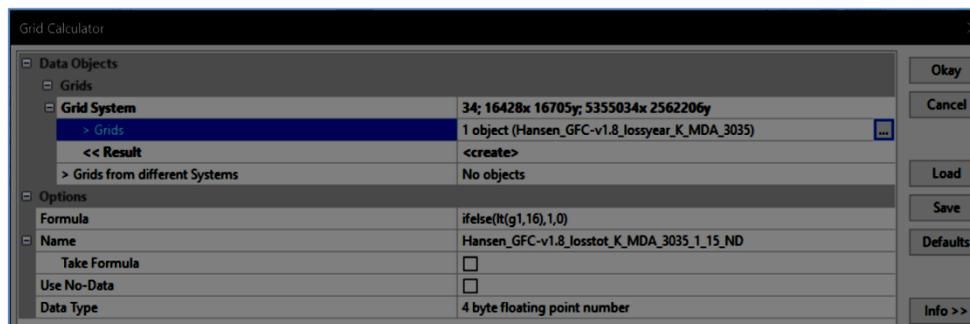
Les chiffres indiquent l'année où a été observée la perte : 1 pour 2001 etc...

- **Extraction des données des 3 époques**

- **Extraction des pixels de pertes cumulées 2000-2015**

On utilise SAGA Grid Calculator avec la formule **ifelse(lt(g1,16),1,0)**  
 [qui veut dire ifelse :si\_sinon... lt:moins que... → si g1 moins que 16, 1, sinon 0 ]

*ATTENTION : il ne faut pas cocher Use No-Data car celles-ci on par défaut la valeur -99999, qui est donc moins que 16 et qui se verrait attribuer la valeur 1.*

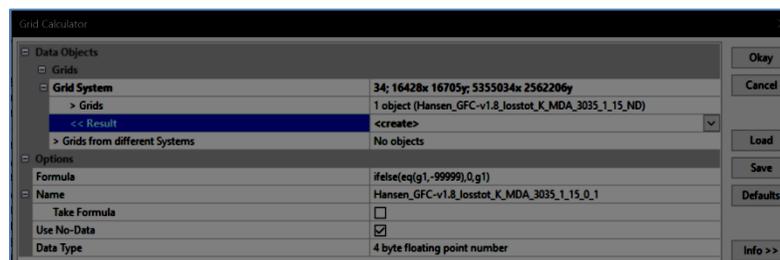


Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_losstot\_K\_MDA\_3035\_1\_15\_ND.sg-grd-z  
**Il faut maintenant convertir les No-Data en 0.**

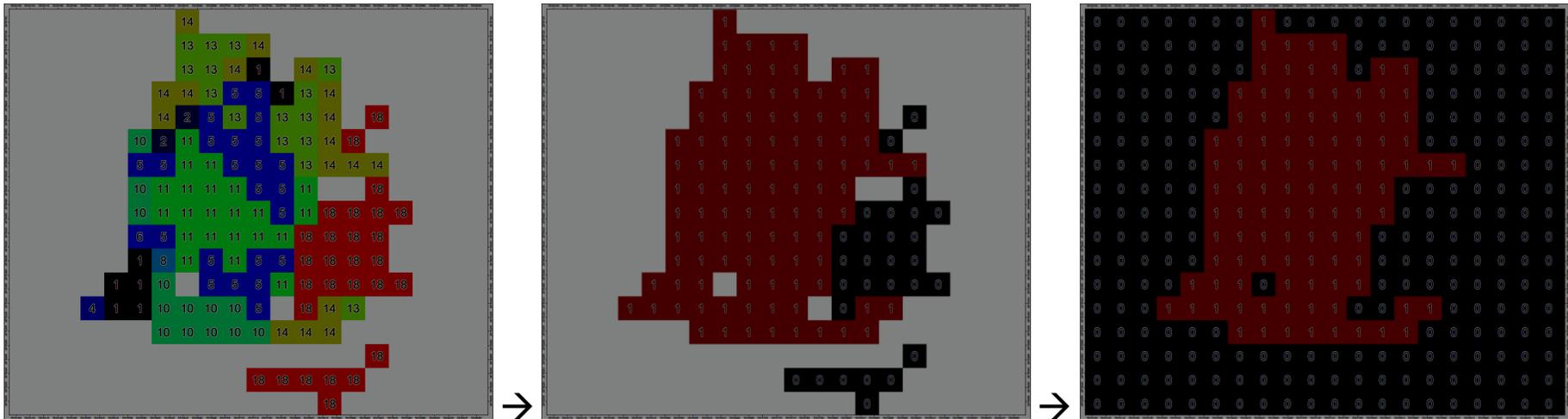
Utiliser SAGA Grid Calculator avec la formule **ifelse(eq(g1,-99999),0,g1)** et **en cochant Use No-Data**.

*ATTENTION : il faut ici conserver les valeurs d'origine g1. Si on demandait « else » 1, on convertirait les 0 existants en 1...*

**COCHER Use No-Data**



Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_losstot\_K\_MDA\_3035\_1\_15\_0\_1.sg-grd-z

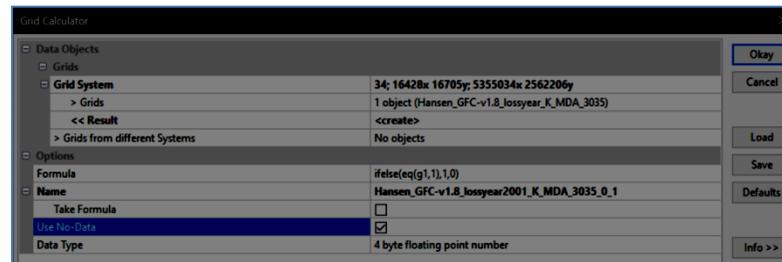


- **Extraction des pixels de pertes annuelles 2000 (2001)**

Par défaut, les données de pertes 2001 seront utilisées pour estimer le stock initial 2000.

Utilise SAGA Grid Calculator avec la formule **ifelse(eq (g1,1),1,0)** [qui veut dire ifelse : si sinon... eq : equal... → si g1 = 1, 1, sinon 0]

Comme la formule est « equal », on peut cette fois directement extraire les valeurs 2001 avec la valeur 1 et tout le reste, y compris les No\_Data avec 0.



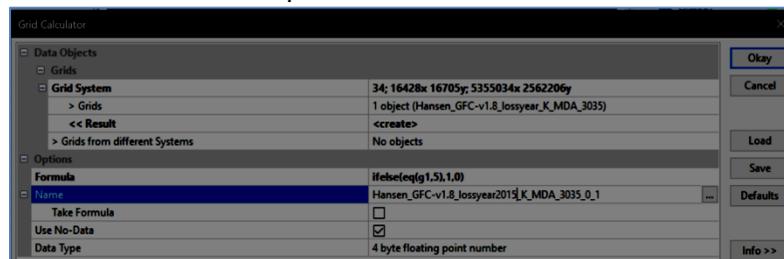
Renommer les résultats (Name) en ajoutant l'année 2001 et 0\_1. Sauver sous :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_0\_1.sg-grd-z

- **Extraction des pixels de pertes annuelles 2015**

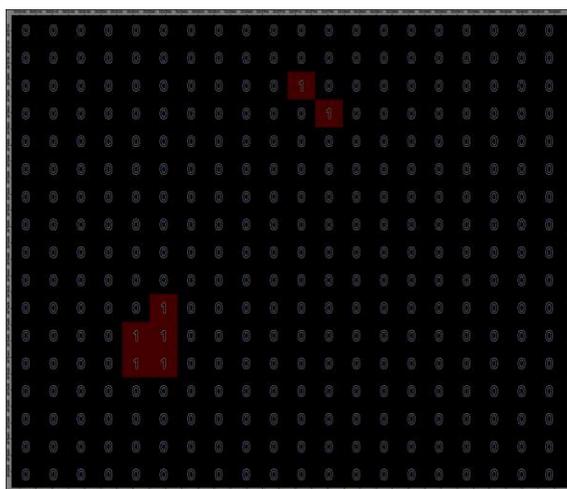
Utilise SAGA Grid Calculator avec la formule **ifelse(eq(g1,15),1,0)** [qui veut dire ifelse : si\_sinon... eq : equal... → si g1 = 15, 1, sinon 0]  
 Comme la formule est « equal », on peut cette fois aussi extraire directement les valeurs 2015 avec la valeur 1 et tout le reste, y compris les No\_Data avec 0.

Ne pas oublier de cocher <<Result : <create>. Vérifier que Use No-Data est bien coché.



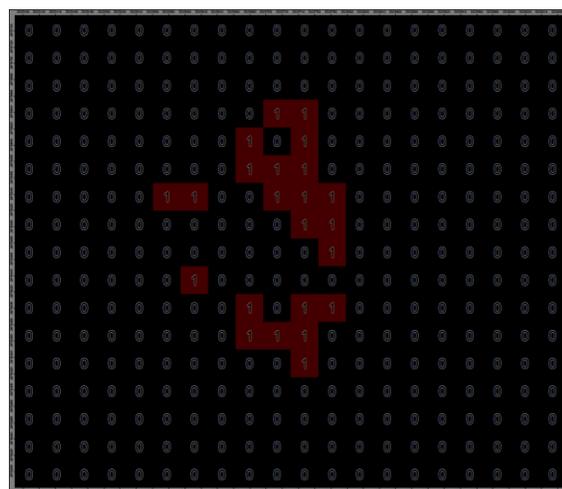
Renommer les résultats (Name) en ajoutant l'année 2015 et 0\_1. Sauver sous :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2015\_K\_MDA\_3035\_0\_1.sg-grd-z



*Tree loss 2001*

et

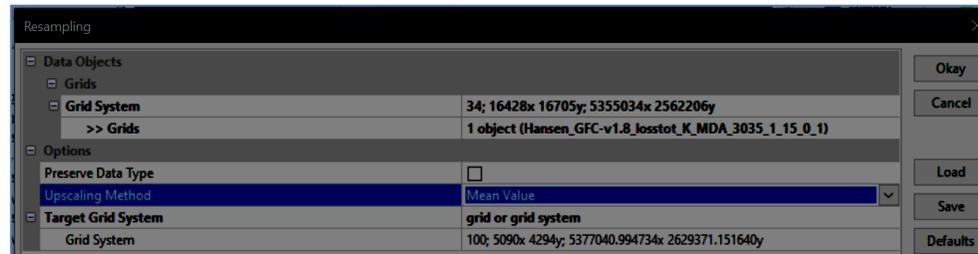


*Tree loss 2015*

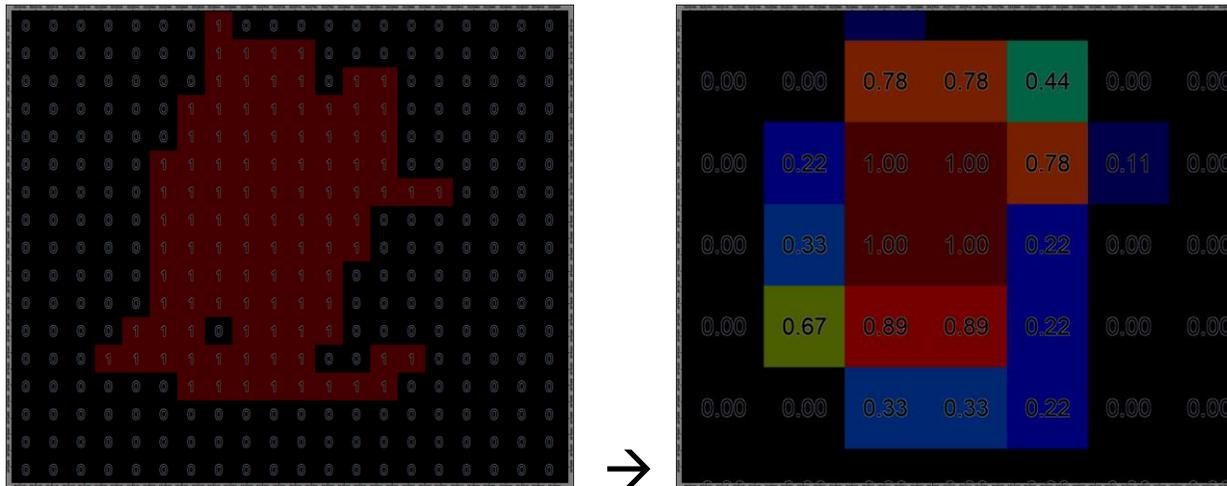
- Rééchantillonnage à 100m des données des 3 époques

- Pertes d'arbres cumulées 2001-2015

Comme avec le fichier « gains », utiliser l'outil SAGA Resampling  avec l'option Mean Value.

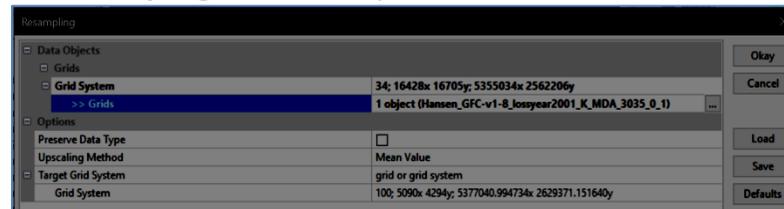


Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_losstot\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z



- Pertes d'arbres annuelles 2000 (2001)

Comme précédemment, utiliser l'outil SAGA **Resampling**  avec l'option **Mean Value**.



Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z

- **Pertes d'arbres annuelles 2015**

Comme pour 2001.

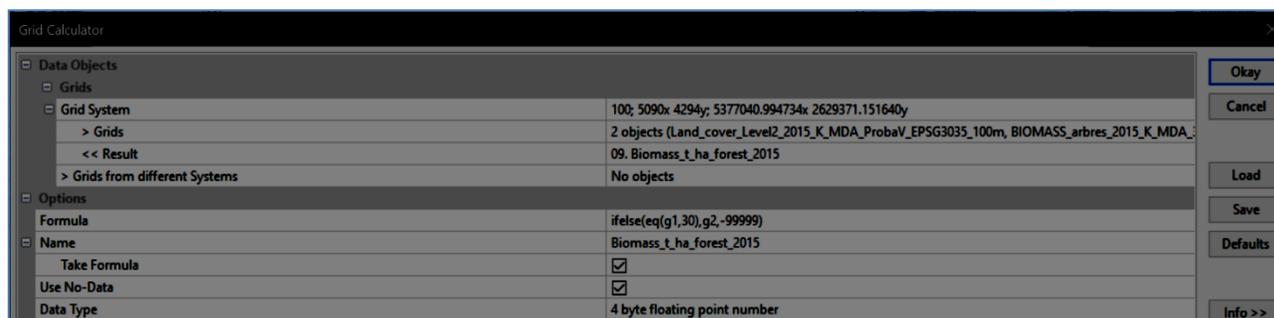
Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z

### *Estimation du stock de biomasses des arbres 2000*

L'estimation part de l'idée que la biomasse arbres est d'abord liée à la densité en arbres. C'est bien sûr en partie incorrect car il faudrait tenir compte également de la croissance des arbres immatures, pour laquelle on manque de données. On va commencer par estimer la perte nette en arbres en tonnes de biomasse en combinant les pertes et la masse moyenne de la biomasse dans la région. Compte-tenu des différences géographiques entre le massif montagneux très boisé des Carpates à l'ouest de la zone K\_MDA et le paysage de collines à vocation agricole de la Moldavie elle-même, le calcul de la moyenne en tonnes par hectare se fera sur le champ SELU\_H10 seulement.

- **On commence par calculer une densité t/ha par pixels de couverture des terres forêt 2015 (classe = 30).**

Utiliser SAGA Grid **Grid Calculator**  et la formule  $\text{ifelse}(\text{eq}(g1,30),g2,-99999)$ . Les deux grilles avec lesquelles on fait le calcul sont g1:Land\_cover\_level2 et g2:Biomass\_arbres\_2015 (estimée précédemment avec ESACCI Biomass). On donne aux valeurs hors forêt la valeur No-Data de manière à ce que les calculs ultérieurs de moyenne par UPSE soient bien des moyennes de pixels forestiers et non pas des moyennes pour la surface totale de l'UPSE.



Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Biomass\_t\_ha\_forest\_2015.sg-grd-z

- **Calcul de la biomasse moyenne arbres par UPSE**

On prépare ensuite un fichier vecteur **SELU\_UPSE\_H10\_biomass\_C\_CALC\_K\_MDA.shp**. On efface les champs inutiles et on calcule ensuite la surface en hectares avec **Polygon Properties** , Area, et Scaling = 0.01.

On extrait les statistiques MEAN et SUM de **BIOMASS\_arbres\_2015\_K\_MDA\_3395** et **Biomass\_t\_ha\_forest\_2015** avec **Grid Statistics for Polygons** . L'opération se fait en une seule fois mais il faut ensuite effacer les colonnes inutiles, c.à.d. la valeur moyenne (MEAN) de **BIOMASS\_arbres\_2015** et la valeur totale de (**SUM**) de **Biomass\_t\_ha\_forest\_2015**.

On peut alors calculer la valeur moyenne pour la zone K\_MDA\_H10. Le plus simple est de copier la table attributaire et de la coller dans un tableur pour faire le calcul. On trouve une valeur moyenne pour les forêts de 135 tonnes de biomasse/hectare.

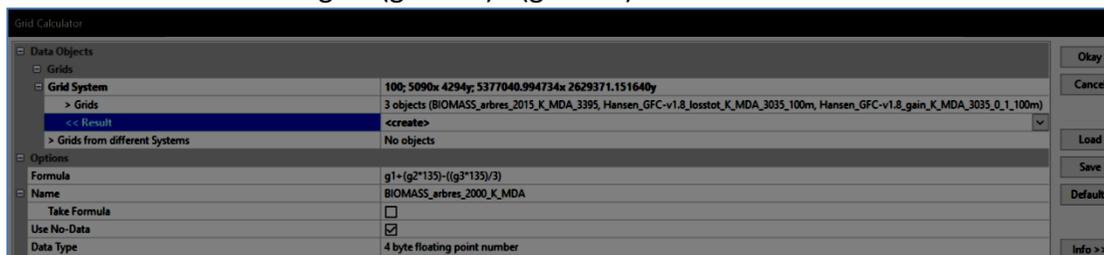
Utiliser LibreOffice Calc avec ctrl+V pour coller et accepter la proposition par défaut. Trier par ordre descendant avec  et ensuite effacer toutes les lignes avec -99999 qui sont des No-Data de SAGA et signifient qu'il n'y a pas de forêt à prendre en compte dans le calcul de la densité moyenne. Diviser le total de la colonne **Biomass\_t\_ha\_forest\_2015 (MEAN)** par 295. Il n'est pas nécessaire de sauver le fichier Calc une fois le résultat obtenu.

	A	B	C	D	E	F
1	HYBAS_ID	AREA_ha	BIOMASS_ar	BIOMASS_ar	Biomass_t_ha	Biomass_t_ha_forest_2015 (MEAN)
2	2100544810	22817.89036	43274.00008	1.896402	29.000001	4.833333
3	2100541670	12956.38697	21397.33342	1.651921	277.333336	34.666667
4	2100531900	11388.88411	76097.66675	6.679335	168.333332	42.083333
288	2100513610	1068.505506	42830.66666	39.731602	1432.000023	179.000003
289	2100487360	10908.9731	602388.0002	55.21936	188737.0002	181.303554
290	2101167260	15443.01875	1753532.333	113.52663	1471898	181.872977
291	2101167270	21856.94959	2239018	102.453464	1707415.667	182.865553
292	2101169070	12909.88577	1064620.333	82.445623	847114.3329	184.035267
293	2100514020	16515.50393	1135372.334	68.69803	835371.0004	186.967547
294	2100481320	4279.021628	81607.66678	19.102918	44261.66673	188.347518
295	2100527110	14757.36482	389879.667	26.418191	276595.6668	206.877836
296	2100513250	346.417094	11566.00001	33.331412	869.333328	217.333332
297			'= SUM(F1:F296)			39783.82229
298			'= (SUM(F1:F296))/295			134.860414542373

- **Calcul du stock de biomasse arbres 2000**

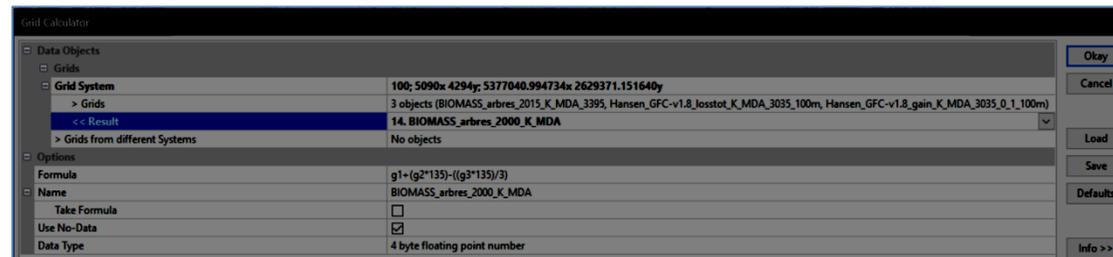
Le calcul consiste à ajouter aux valeurs de biomasse 2015 (estimées à partir de ESACCI) les pertes et à ajouter les gains calculés comme les surfaces « GFC\_Hansen » multipliées par la densité moyenne en biomasse des forêts (que l'on connaît pour 2015).

Utiliser SAGA Grid **Grid Calculator** et la formule  $g1 + (g2*135) - (g3*135)$

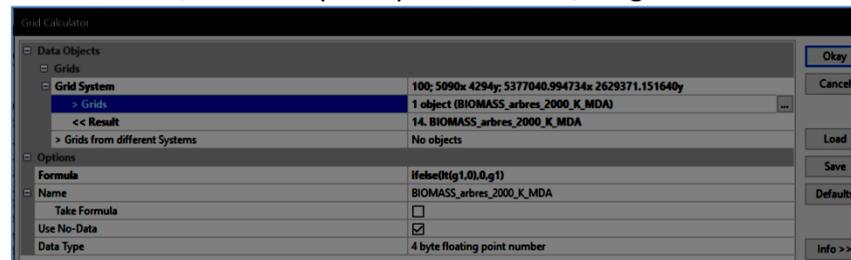


On obtient BIOMASS\_arbres\_2000\_K\_MDA. Si on regarde le résultat obtenu dans la fenêtre Properties/Description, on constate que le maximum 2000 est égal au maximum 2015 mais qu'il y a des valeurs négatives. Celles-ci sont probablement dues au fait que l'on ne sait pas à quelle date les gains en arbres sont apparus et à partir de quelle valeur ils sont enregistrés. Ceux-ci peuvent provenir des zones « perdues » après 2001, mais boisées en 2000. En fait, l'examen visuel de la carte montre qu'il y a un très petit nombre de pixels dans ce cas. On va donc

simplement les ramener à la valeur zéro. On ouvre à nouveau Grid Calculator et on obtient maintenant la fenêtre suivante :



Dans > Grids, remplacer les trois fichiers utilisés précédemment par BIOMASS\_arbres\_2000\_K\_MDA (que l'on vient de calculer). Laisser inchangé << Result comme BIOMASS\_arbres\_2000\_K\_MDA ; celui-ci sera corrigé des valeurs négatives. Introduire la formule  $\text{ifelse}(\text{lt}(g1,0),0,g1)$  qui dit que si  $g1$  est inférieur à 0, on le remplace par 0 et sinon, on garde les valeurs  $g1$ .



On peut sauver maintenant le résultat sous :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BIOMASS\_arbres\_2000\_K\_MDA.sg-grd-z

## Estimation du stock de biomasse au-dessus du sol des broussailles et de l'herbe [C1\_12OtherAGC]

Les fichiers ESACCI\_BIOMASS montrent des zones avec une valeur 0 plus étendues que les surfaces en eau, les surfaces artificialisées et les terres arables. Ceci peut être rapidement corrigé en utilisant les cartes de land cover et les valeurs par défaut de 10 tonnes/ha pour les zones avec des arbustes ou des cultures permanentes et de 1 tonne par ha pour les pâturages et prairies.

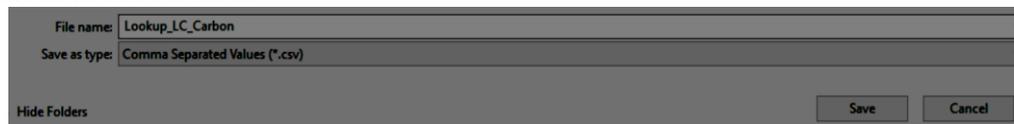
On fait les hypothèses suivantes :

Name	LC_lev2_cod e	Biomass_stock_t_ ha
10 - Urbain/ artificiel	10	0
21 - Terres arables agricoles	21	0
22 - Cultures permanentes	22	10
23 - Zones agricoles heterogenes	23	10
30 - Forets	30	0
41 - Paturages et prairies naturelles	41	1
42 - Broussailles	42	10
43 - Zones naturelles mixtes, transitions	43	10
44 - Zones de vegetation clairsemee	44	1
51 - Terre nue, roches, sable	51	0
52 - Neige permanente et glaciers	52	0
61 - Zones humides ouvertes	61	10
62 - Eaux interieures	62	0
63 - Eaux cotieres et de transition	63	0

Restent à zéro les surfaces sans biomasse et les forêts qui l'on suppose mesurées par ESACCI\_biomass. À noter qu'à ces valeurs vont s'ajouter les arbres hors forêt de la base ESACCI.

On peut construire le tableau ci-dessus à partir du fichier « table » **Legende\_FR\_LandCover\_Niveau2\_SAGA** utilisé pour la légende des cartes de couverture des terres niveau 2.

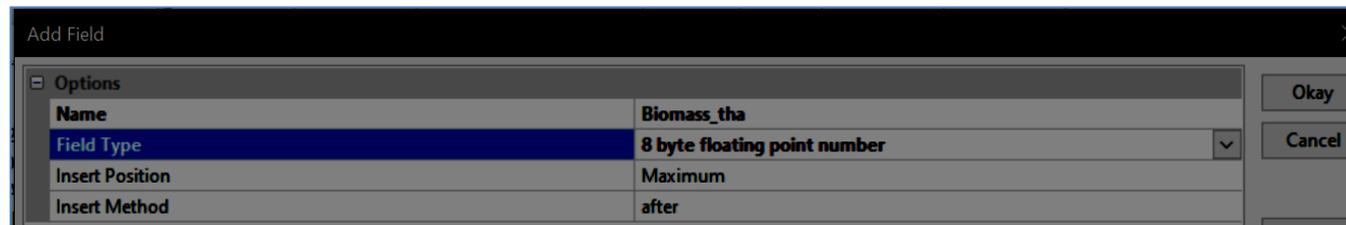
Le renommer **Lookup\_LC\_Carbon** et le sauver sous



H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Lookup\_LC\_Carbon .csv

Afficher la table.

Ajouter une colonne (**Add Field**) **Biomass\_tha** (tonnes par hectare) avec les propriétés suivantes :



Options	
Name	Biomass_tha
Field Type	8 byte floating point number
Insert Position	Maximum
Insert Method	after

Introduire alors manuellement les valeurs par défaut :

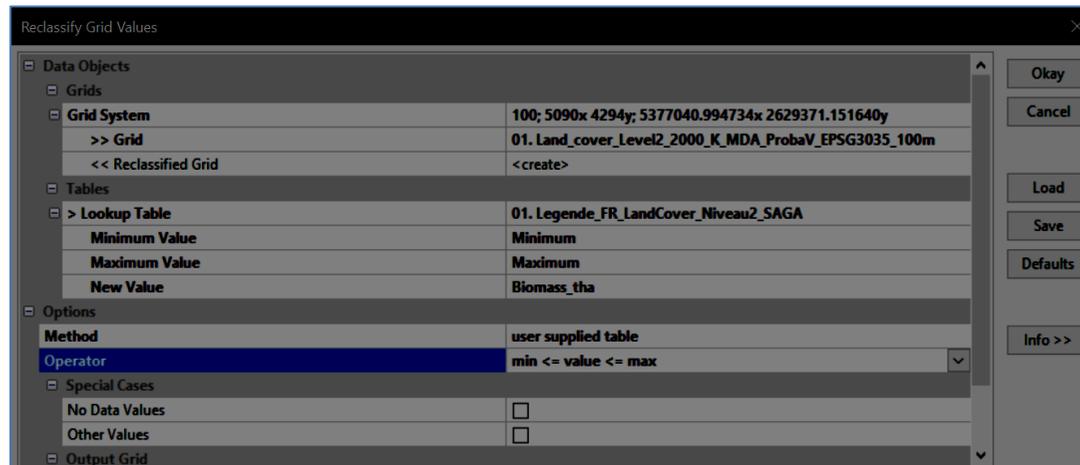
	Color	Name	Description	Minimum	Maximum	Biomass_tha
1	249	10 - Urbain/ artificiel	Urbain_artificiel	10	10	0
2	10813439	21 - Terres arables agricoles	Terres arables agricoles	21	21	0
3	11198203	22 - Cultures permanentes	Cultures permanentes	22	22	10
4	449494	23 - Zones agricoles heterogenes	Zones agricoles heterogenes	23	23	10
5	41984	30 - Forets	Forets	30	30	0
6	3538842	41 - Paturages et prairies naturelles	Paturages et prairies naturelles	41	41	1
7	1355150	42 - Broussailles	Broussailles	42	42	10
8	11118932	43 - Zones naturelles mixtes, transitions	Zones naturelles mixtes_transitions	43	43	10
9	13031604	44 - Zones de vegetation clairsemee	Zones de vegetation clairsemee	44	44	1
10	12895428	51 - Terre nue, roches, sable	Terre nue roches sable	51	51	0
11	16447477	52 - Neige permanente et glaciers	Neige permanente et glaciers	52	52	0
12	15436746	61 - Zones humides ouvertes	Zones humides ouvertes	61	61	10
13	15759360	62 - Eaux interieures	Eaux interieures	62	62	0
14	16752448	63 - Eaux cotieres et de transition	Eaux cotieres et de transition	63	63	0

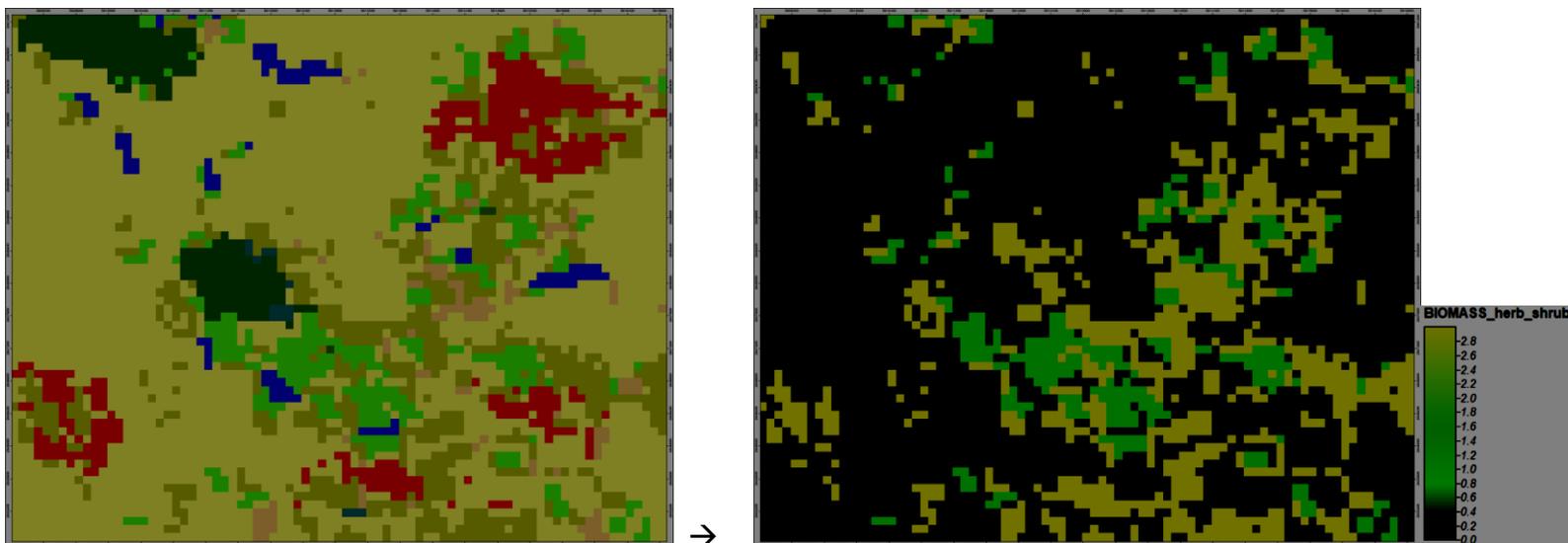
**Sauver le fichier** que l'on va utiliser comme « look-up table » pour calculer les valeurs des stocks de biomasse :

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Lookup\_LC\_Carbon .csv

## Calcul du stock de biomasse herbes et arbustes 2000

On utilise **Reclassify Grid Values** . La procédure est la même que celle suivie dans les modules K1 et K2. Commencer par déclarer dans Options/Method : **user supplied table** puis l'Opérateur **min <= value <= max** . Introduire la Lookup table puis, **Min, Max et Biomass\_tha** comme **New Value**.





Renommer le résultat [Reclassified] en **BIOMASS\_herb\_shrub\_tha\_2000** et sauver sous :  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BIOMASS\_herb\_shrub\_tha\_2000.sg-grd-z

### *Calcul du stock de biomasse herbes et arbustes 2015*

Suivre la même procédure que pour 2000.

Renommer le résultat [Reclassified] en **BIOMASS\_herb\_shrub\_tha\_2015** et sauver sous :  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BIOMASS\_herb\_shrub\_tha\_2015.sg-grd-z

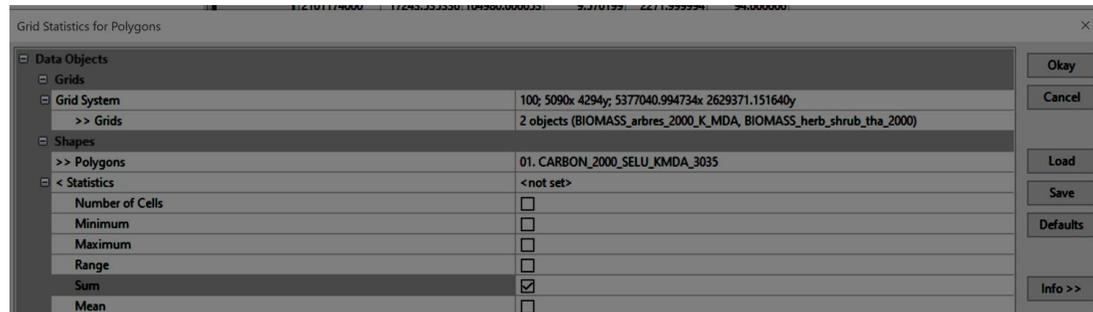
### *Extraction des stocks de biocarbone de la biomasse au-dessus du sol par UPSE/SELU [C1\_1AGC, pour Above Ground Carbon]*

Les calculs ont été faits jusqu'à présent en tonnes de biomasse, qu'il faut convertir en tonnes de carbone. La valeur par défaut généralement utilisée pour convertir la biomasse en biocarbone est  $\frac{1}{2}$ .

## Stocks 2000 de biocarbone de la biomasse au-dessus du sol [C1\_11TRE00 et C1\_12HSH00]

- On va commencer à remplir la table attributaire de **CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp**.

Utiliser **Grid Statistics for Polygons**  avec SUM.

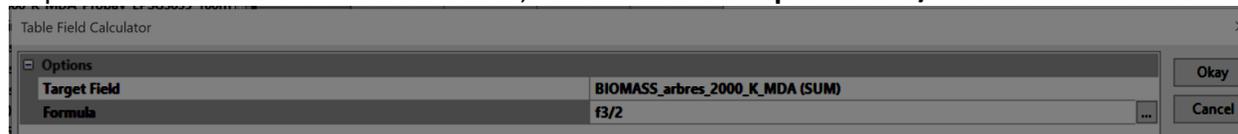


- Conversion des tonnes de biomasse en tonnes de biocarbone

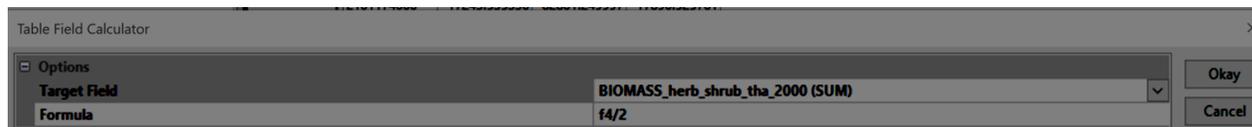
Ouvrir la table attributaire de Carbon2000\_SELU\_UPSE.shp et convertir (diviser par 2) les valeurs en biomasse sèche par des valeurs en biocarbone. Utiliser Field Calculator qui va faire directement la division dans la colonne concernée.

**Target Field** : remplacer <new> par le champ désiré, ici par **BIOMASS\_arbres\_2000\_K\_MDA (SUM)**.

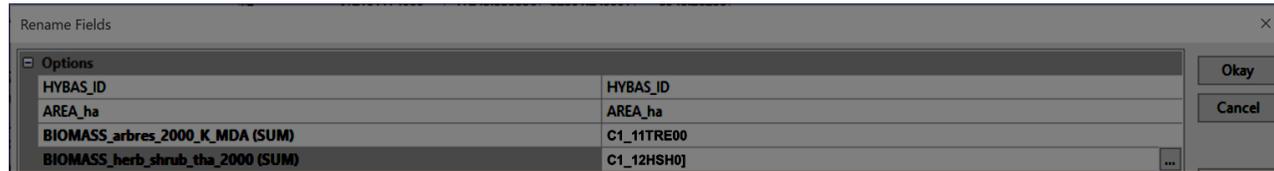
**Formule** : comme le champ est la troisième colonne de la table, la formule est simplement **f3/2** et le résultat est enregistré dans f3.



- Recommencer avec **BIOMASS\_herb\_shrub\_tha\_2000\_(SUM)**, qui est la colonne f4. Donc formule : **f4/2**.



- Renommer les deux champs, respectivement en **C1\_11TRE00** (TRE pour trees) et **C1\_12HS00** (HSH pour herbs and shrubs)



Sauver **CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp** (avec click-droit et **Save**).

### *Stocks 2015 de biocarbone de la biomasse au-dessus du sol [C1\_11TRE15 et C1\_12HSH15]*

Procéder comme pour 2000.

Sauver **CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp** (avec click-droit et **Save**).

### ***1.2. Stocks de litière et bois-mort [C1\_2LitterAGB\_AGC] et de racines [C1\_3\_1Roots\_C]***

**Ces stocks seront calculés à l'aide de coefficients par défaut lors du bouclage des comptes** par SELU/UPSE. Il n'est pas nécessaire de produire les fichiers raster correspondants.

### ***1.3. Calcul du stock de carbone organique du sol [C1\_32SOC]***

- Source des données : International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) Soil Grids  
(Carte maillée des Sols du Centre International de Référence et d'Information Pédologique (ISRIC))

ISRIC SoilGrids présente de nouvelles cartes du carbone organique du sol (SOC) qui se trouvent sur [www.soilgrids.org](http://www.soilgrids.org) et peuvent être téléchargées sur

<https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/search?resultType=details&sortBy=relevance&keyword=organic%20carbon&from=>

[1&to=20](https://iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/water/HWSD.html) . Elles sont développées en relation avec la base de données mondiale harmonisée des sols (HWSD v 1.21 - <https://iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/water/HWSD.html> ) de l'IIASA, de la FAO et du CCR, avec des chercheurs participant aux deux programmes. Comme les SoilGrids de l'ISRIC fournissent des informations plus détaillées et prêtes à l'emploi, elles sont utilisées pour ENCA.

SoilGrids est un système de cartographie pédologique automatisé basé sur des données mondiales de profils pédologiques et de covariables (Hengl et al. 2014 ; Hengl et al. 2017). SoilGrids1km, SoilGrids250m sont des sorties de prédictions spatiales produites à l'aide du système SoilGrids, c'est-à-dire une collection de cartes actualisables des propriétés et des classes de sols du monde (environ 300 GeoTiffs) produites à l'aide de l'apprentissage automatique et des statistiques. Ces prédictions représentent les résultats initiaux d'une série de produits cartographiques mondiaux (SoilGrids1km, SoilGrids250m, SoilGrids100m ...) qui seront produits en collaboration avec nos partenaires dans les années à venir. Les prédictions SoilGrids sont un produit de données pédologiques mondiales généré à l'ISRIC - World Soil Information comme résultat d'une collaboration internationale et comme contribution proposée à l'initiative Global Soil Partnership (Montanarella & Vargas 2012).

La cartographie pédologique mondiale automatisée est une approche de la cartographie pédologique basée sur les données, avec peu ou pas d'interaction humaine, généralement basée sur l'utilisation de méthodes statistiques optimales (si possible) qui produisent des prédictions rapidement et efficacement. Dans le cadre du projet SoilGrids, nous visons principalement à utiliser des géostatistiques basées sur des modèles (Diggle et Ribeiro, 2007 ; Brown, 2014) et/ou des techniques d'apprentissage automatique (Hengl et al, 2015 ; Hengl et al. 2016) pour générer des prédictions. La première version de SoilGrids1km a été générée en utilisant uniquement la modélisation par régression ; la deuxième génération de SoilGrids à 250 m est entièrement basée sur l'apprentissage automatique. Les modèles statistiques que nous ajustons sont des modèles globaux, ce qui signifie qu'ils ont été calibrés pour faire des prédictions non biaisées à n'importe quel endroit du masque global des sols. En résumé, le terme "cartographie pédologique globale automatisée" implique que : (a) les prédictions sont basées sur des modèles statistiques globaux, et (b) la programmation est mise en œuvre de telle sorte que l'ajustement du modèle et la prédiction spatiale peuvent être automatisés. Cette approche de la cartographie globale des sols est également appelée cartographie "descendante". Comparez avec la cartographie "ascendante" où des séries de prédictions indépendantes sont générées et ensuite fusionnées pour créer une carte globale. Source : <https://www.isric.org/explore/soilgrids/faq-soilgrids-2017>

\*\*\* Traduit avec [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (version gratuite) \*\*\*

References:

[www.soilgrids.org](http://www.soilgrids.org) Download from <https://files.isric.org/soilgrids/data/recent/>

Hengl T, Mendes de Jesus J, Heuvelink GBM, Ruiperez Gonzalez M, Kilibarda M, Blagotić A, et al. (2017) SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS ONE* 12(2): e0169748. doi:10.1371/journal.pone.0169748

and

*SoilGrids250m: Global Gridded Soil Information Based on Machine Learning*, Tomislav Hengl, Jorge Mendes de Jesus, Gerard B.M. Heuvelink, Maria RuiperezGonzalez, Milan Kilibarda, Aleksandar Blagoti, Wei Shangguan, Marvin N. Wright, Xiaoyuan Geng, Bernhard Bauer-Marschallinger, Mario Antonio Guevara, Rodrigo Vargas, Robert A. MacMillan, Niels H. Batje, Johan G.B. Leenaars, Eloi Ribeiro, Ichsan Wheeler, Stephan Mantel, and Bas Kempen [https://www.isric.org/sites/default/files/soilgrids250m\\_global\\_gridded\\_preprint.pdf](https://www.isric.org/sites/default/files/soilgrids250m_global_gridded_preprint.pdf)

La variable ISRIC SoilGrids utilisée pour le compte du carbone du sol ENCA\_CECN est appelée OCSTHA qui signifie Organic Carbon Total per Hectare. Elle est mesurée en tonnes par ha, à 3 profondeurs différentes : 30cm, 1m et 2m.

Pour le compte biocarbone d'ENCA, la profondeur OCSTHA 100 cm est choisie pour deux raisons. La première est qu'il s'agit de la profondeur traitée par le HWSD et qu'elle permet des comparaisons et des vérifications. La seconde raison est qu'il s'agit de la profondeur actuelle traitée par la base de données mondiale sur le carbone des sols de mangrove de l'Université de Harvard, qu'il convient d'utiliser pour ces écosystèmes particuliers.

*"La base de données sur le carbone des sols de mangrove [a été] mise à jour pour inclure les valeurs de densité apparente et de Carbone Organique déclarées et calculées. Les sorties du modèle ont été mises à jour le 20 décembre 2017. Ce projet a utilisé un modèle d'apprentissage automatique axé sur les données pour prédire la distribution du carbone du sol sous les forêts de mangrove dans le monde entier."*

**References:**

<https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/OCYUIT>.

Sanderman, Jonathan, 2017, "Global mangrove soil carbon: dataset and spatial maps",

<https://doi.org/10.7910/DVN/OCYUIT>, Harvard Dataverse, V4, UNF:6:KdgZjEsAGV1VOL82caK6JQ== [fileUNF]

Les données OSCTHA 100cm sont téléchargeables à [https://files.isric.org/soilgrids/former/2017-03-10/data/OCSTHA\\_M\\_100cm\\_250m\\_II.tif](https://files.isric.org/soilgrids/former/2017-03-10/data/OCSTHA_M_100cm_250m_II.tif).

Ou

<https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/search?resultType=details&sortBy=relevance&keyword=organic%20carbon&from=1&to=20>

Attention, les fichiers fournis sont globaux (une seule tuile...) et font, pour la résolution 250m environ 5 Go. Une tuile K\_MDA EPSG4326 est fournie dans le répertoire Input Data/Carbon/RAW DATA. Les données projetées en EPSG :3035 et rééchantillonnées à 100m sont fournies en F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\SoilCarbon\_OCSTHA\_100cm\_100m\_KMDA3035.sg-grd-z

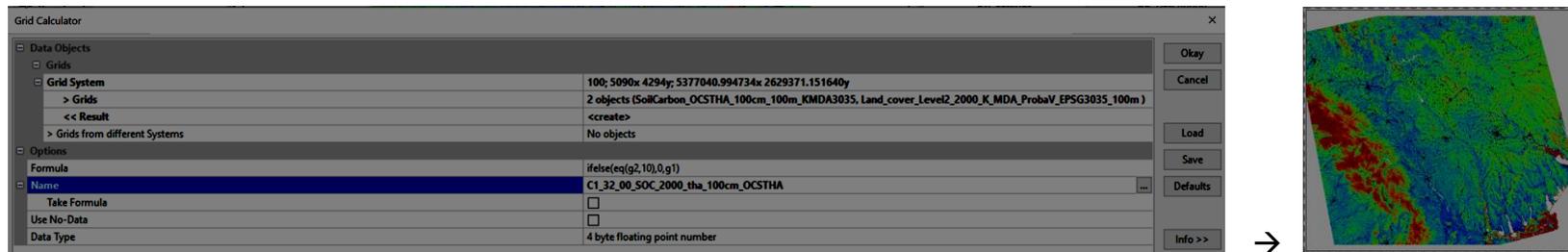
## Calcul des grilles Soil Organic Carbon pour 2000 et 2010 [C1\_32]

Le modèle OCSTHA ne prend pas en compte la surface du sol mais estime une série de variables à différentes profondeurs. D'un point de vue écologique, une fois que le sol est imperméabilisé, il n'est plus accessible à la végétation et la biodiversité du sol est compromise.

*Cette carte montre que l'OCSTHA se réfère au volume du sol, et non à la surface. Par exemple, Paris a des valeurs de SOC élevées, ce qui est logique puisque les villes se sont historiquement développées dans des zones aux sols fertiles ... qu'elles ont progressivement imperméabilisées et stérilisées.*

Il est donc logique d'éliminer les zones artificielles de la ressource en carbone organique du sol.

Utiliser **Grid Calculator** . Formule : `ifelse(eq(g2,10),0,g1)` qui signifie si le land cover  $g2 = 10$  [le code pour « artificiel urbain » ], 0, sinon la valeur OCSTHA).



Sauver sous `F:\_ENCA_CECN_KANGARE_V3\EXERCICE\K4_EcosystemCarbon\C1_32_00_SOC_2000_tha_100cm_OCSTHA.sg-grd-z`

Répéter pour avec Land cover 2015 comme seconde grille [g2] et sauver sous :

`F:\_ENCA_CECN_KANGARE_V3\EXERCICE\K4_EcosystemCarbon\C1_32_15_SOC_2015_tha_100cm_OCSTHA.sg-grd-z`

### Extraction des stocks de carbone organique du sol par UPSE/SELU [C1\_32\_SOC\_00 et C1\_32\_SOC\_15]

De nouveau, on utilise successivement les tables attributaires de

**CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp** (avec `C1_32_00_SOC_2000_tha_100cm_OCSTHA.sg-grd-z`) et

**CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp** (avec `C1_32_15_SOC_2015_tha_100cm_OCSTHA .sg-grd-z`).

Utiliser **Grid Statistics for Polygons**  avec SUM.

Les données OCSTHA de l'IRSRIC sont en tonnes de **carbone** organique par hectare.

Renommer les champs avec Field Rename.

<code>C1_32_00_SOC_2000_tha_100cm_OCSTHA</code>	→ <b>C1_32SOC00</b>
<code>C1_32_15_SOC_2015_tha_100cm_OCSTHA</code>	→ <b>C1_32SOC15</b>

**Sauver sous :**

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp

#### ***1.4. Calcul du stock des autres réservoirs de biocarbone [C1\_4 / C1\_43\_Livestock Carbon – cheptel]***

Les autres réservoirs de biocarbone écosystémiques C1.4 comprennent le biocarbone animal terrestre (cheptel et faune sauvage) et le biocarbone dans l'eau (poissons, algues, sédiments, contreparties de la DBO). Certains de ces stocks sont une ressource, d'autres une pression sur l'écosystème.

Le biocarbone dans l'eau n'est pas enregistré dans KANGARÉ\_v3 pour ne pas alourdir l'exercice. Cela devrait être fait, en particulier d'un côté pour la pollution organisme, et d'un autre les stocks de poissons des rivières, des lacs et de la mer. Le carbone de l'écosystème dans l'atmosphère est le contenu en carbone de la concentration mesurée en CO<sub>2</sub>eq et, par conséquent, l'état de l'atmosphère nécessaire pour atteindre l'objectif de +1,5° / 2° convenu par la CCNUCC. Pour la cohérence des comptes carbone ENCA, les CO<sub>2</sub>eq sont divisés par 44 et multipliés par 12. Ce calcul est effectué uniquement pour les émissions de GES dans les comptes de flux. Parce que les "stocks" de GES de l'atmosphère sont globaux, aucun enregistrement de stocks de carbone atmosphérique d'origine biologique n'est effectué. En revanche, les échanges (flux) résultant de la photosynthèse, de la respiration et la combustion de biomasse sont enregistrés dans la comptabilité écosystémique.

- **Données disponibles**

Une tentative d'estimation rapide est faite pour les stocks de biocarbone du cheptel parallèlement aux estimations du pâturage et du fumier (dans les comptes de flux). Des données maillées sur le cheptel sont fournies par la FAO. Ce sont des statistiques spatialisées par l'U.L. de Bruxelles et Harvard.

- Source **Gridded Livestock of the World – Latest – 2010 (GLW 3)** (Université Libre de Bruxelles / Food and Agriculture Organization (FAO) ) <http://www.fao.org/livestock-systems/en/>
- Download at <http://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/buffaloes/en/> or <https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/5U8MWI>
- References:  
Gilbert, Marius; Nicolas, Gaëlle; Cinardi, Giusepina; Van Boeckel, Thomas P.; Vanwambeke, Sophie; Wint, William G. R.; Robinson, Timothy P., 2018, "Global buffaloes distribution in 2010 (5 minutes of arc)", <https://doi.org/10.7910/DVN/5U8MWI>, Harvard Dataverse, V3  
And: Gilbert M, G Nicolas, G Cinardi, S Vanwambeke, TP Van Boeckel, GRW Wint, TP Robinson (2018) Global Distribution Data for Cattle, Buffaloes, Horses, Sheep, Goats, Pigs, Chickens and Ducks in 2010. Nature Scientific Data, 5:180227. [doi: 10.1038/sdata.2018.227](https://doi.org/10.1038/sdata.2018.227)





Elles sont fournies pour l'année 2010 pour 8 catégories : Buffles, Bovins, Poulets, Canards, Chevaux, Chèvres, Porcs et Moutons. Il faut télécharger les données catégorie par catégorie.

Le site de téléchargement le plus commode est :

<https://dataverse.harvard.edu/dataverse/glw?q=&types=datasets&sort=dateSort&order=desc&page=1>

Les données utilisées dans ENCA-CECN sont les données dites « dasymétriques » (statistiques rééchantillonnées selon la couverture des terres/ land cover), comme ci-dessous pour les buffles:



Les données fournies pour 2010 (l'année la plus récente) sont en nombre d'animaux par grille en degrés, qu'il faut reprojeter puis convertir en tonnes d'Equivalents-Gros-Bétail (EGB ; en. Livestock-equivalent-Units), en utilisant des coefficients moyens, que l'on va convertir finalement en tonnes de biocarbone.

Les 8 cartes nationales 2010 sont fournies dans le répertoire F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\RAW\_DATA\Livestock

Pour La CECN-MOA (niveau 1), le but n'est pas de produire des résultats précis (ce qui nécessiterait d'abondantes données nationales) mais d'évaluer des ordres de grandeur (avec des jeux de données internationaux), notamment en considérant la pression de pâturage. L'estimation du pâturage et de l'épandage du fumier se fait sur une base simple qui consiste à convertir les données par espèce en "Unités de Gros Bétail" qui sont l'équivalent d'une vache de 600kg. Les valeurs indicatives sont les suivantes :

CD_GLW3 TIFF	ID GLW3	CD_ENCA	Name	Nom	LivUnit_UGB	kg_bioC*
5_Bf_2010_Da	bf	C1_431	Buffalo	Buffles	0.9	21.6
5_Ch_2010_Da	ch	C1_432/ch	Poultry/chicken	Volailles/Galinacées	0.01	0.24
5_Ct_2010_Da	ct	C1_433	Cattle	Bovins	1	24
5_Dk_2010_Da	dk	C1_432/oth	Poultry/other	Volailles/Autres	0.02	0.48
5_Gt_2010_Da	gt	C1_434	Goat	Caprins	0.17	4.08
5_Ho_2010_Da	ho	C1_435	Horse	Equidés	0.8	19.2
5_Pg_2010_Da	pg	C1_436	Pig	Porcins	0.38	9.12
5_Sh_2010_Da	sh	C1_437	Sheep	Ovins	0.15	3.6

\* Une 1 UGB de 600kg = 24 kg de bioC

Les données des huit cartes de la FAO GLW3 seront extraites par UPSE et pondérées avec les coefficients ci-dessus et 0,6 (correspondant à 600 kg par UGB), converties en tonnes de carbone et additionnées pour calculer le stock C1\_43 d'animaux d'élevage pour 2010. Cette première estimation sera ajustée sur les statistiques nationale de FAOSTAT.

- Préparation du fichier shapefile de calcul **CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326.shp**

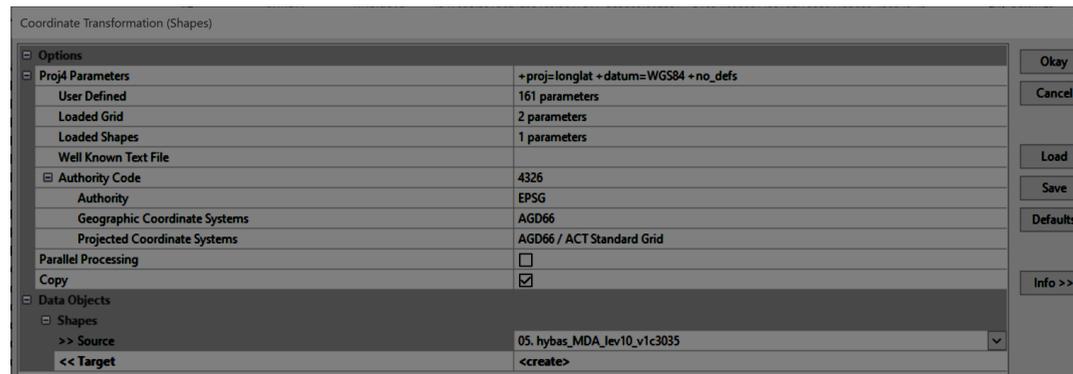
Comme nous allons extraire des données d'une base planétaire en coordonnées géographiques EPSG :4326, il nous faut utiliser un fichier de polygones.shp dans le même système de coordonnées.

- Créer un fichier **CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326.shp**.

Nous avons besoin d'un fichier shapefile des SELU\_UPSE\_HYB10. On charge dans SAGA :

C:\Users\jlweb\Desktop\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Hydroshed\_HYBAS\_Rivers\hybas\_MDA\_lev10\_v1c3035.shp

Utiliser l'outil **Coordinates Transformation (Shapes)** .



Authority Code : 4326

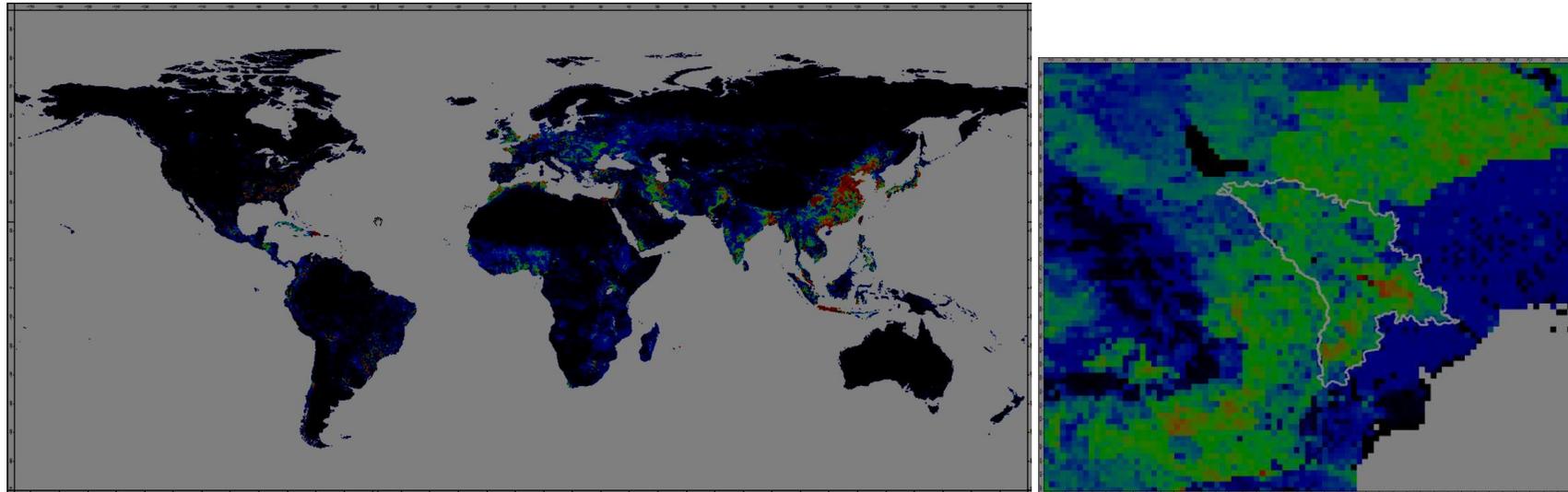
>> Source : hybas\_MDA\_lev10\_v1c3035 et Okay

- Renommer le fichier **CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326** et le sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\ **CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326.shp**
- Ouvrir la table attributaire et effacer tous les champs sauf HYBAS\_ID (de facto l'ID des UPSE...). On ne calcule pas de surface car on n'en a pas besoin pour l'instant.

- Extraction des données maillées GLW3 planétaires dans CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326.shp

- Charger les 10 fichiers SPAM agrégés selon la nomenclature CECN qui sont disponibles dans  
H :\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\RAW\_DATA\Livestock

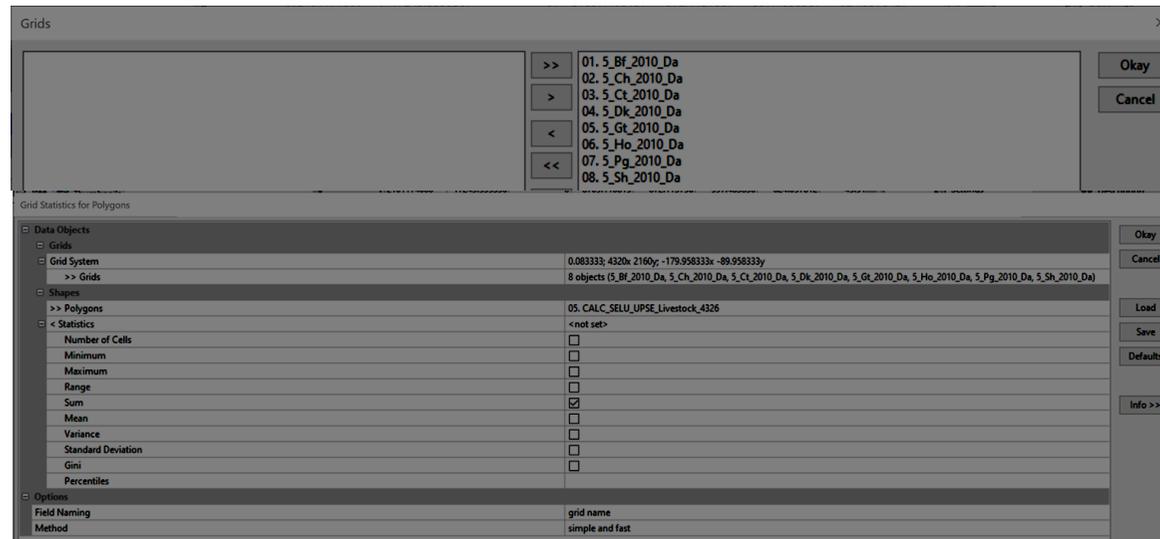
- 5\_Bf\_2010\_Da.tif
- 5\_Ch\_2010\_Da.tif
- 5\_Ct\_2010\_Da.tif
- 5\_Dk\_2010\_Da.tif
- 5\_Gt\_2010\_Da.tif
- 5\_Ho\_2010\_Da.tif
- 5\_Pg\_2010\_Da.tif
- 5\_Sh\_2010\_Da.tif



*Ch\_2010\_Chicken [Global et zoom sur MDA]*

- Utiliser **Grid Statistics for Polygons** 

Sélectionner toutes les grilles planétaires en veillant qu'elles sont bien dans l'ordre des codes CECN. Si besoin, ajuster avec les boutons Up et Down.



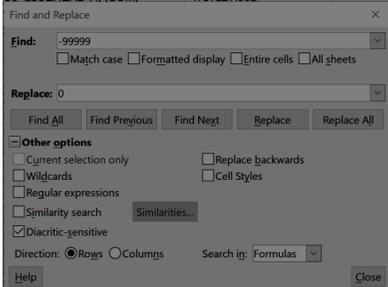
< Statistics : **SUM**  
Sauver le résultat.

## Création d'un fichier tableur de calcul CALC\_LivestockMDA2000\_2010\_2015.xls (ou .ods)

- Ouvrir un nouveau tableur LibreOffice ou MSEXCEL (ou autre..).
- Sous SAGA, afficher la table attributaire de **CALC\_SELU\_UPSE\_Livestock\_4326** et la copier avec **Copy to Clipboard**.
- Coller (Ctrl+V) dans le tableur **Feuille [1] du tableur** et la renommer **1-GLW3\_UPSE 2010**.

Vérifier que les . et , ont été correctement interprétés par le tableur. *[Les calculs suivants sont faits avec LibreOffice CALC version anglaise qui fait le travail sans problème. Coller avec Ctrl+V]*

- Remplacer les No-Data (-99999 dans SAGA) par des 0



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
2	2101174000	2256	415	4	19	421	343	88	0	0	5
3	2100520670	7000	1373	63	116	1130	1539	651	0	0	14
4	2100519090	7348	1029	21	104	1447	2249	500	0	1	19
5	2100519230	691	182	16	25	452	455	550	0	0	84
6	2101172190	25533	1865	0	253	3093	4624	16898	35	0	21
7	2100516590	0	0	0	0	340	0	197	0	0	77
8	2100516490	19059	2130	0	200	4612	2736	923	1	1	150
9	2101169860	5236	813	23	84	1586	1872	643	0	0	133
10	2100512130	5883	649	2	72	1298	1024	196	0	0	17
11	2100511970	5045	651	0	64	1286	915	173	0	0	17

Sauver sous:

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\CORRECTED\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_LivestockMDA2000\_2010\_2015.ods [ou .xlsx]

Ajustement des résultats bruts 2010 et estimation des valeurs 2000 et 2015 avec les statistiques FAOSTAT

On accède aux statistiques agricoles de la FAO par le lien <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

The screenshot displays the FAO FAOSTAT website interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main navigation bar includes 'Data', 'Selected Indicators', 'Compare Data', 'Definitions and Standards', and 'FAQ'. The 'Data' section is active, showing a list of domains and a search filter. The 'Live Animals' section is highlighted, showing a list of countries (Republic of Moldova is selected) and a list of items (Pigs, Rabbits and hares, Rodents, other, Sheep, Turkeys are selected). The 'Elements' section shows 'Stocks' selected, and the 'Years' section shows '2001' and '2000' selected. The 'Items Aggregated' section shows a list of animal types with checkboxes.

On peut visualiser les données puis les télécharger sous forme de fichier .csv.

Search:  Show Data

Show Data

Domain Code	Domain	Area Code	Area	Element Code	Element	Item Code	Item	Year Code	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5111	Stocks	976	Sheep	2010	2010	Head	803747		official data
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5111	Stocks	976	Sheep	2015	2015	Head	569075		official data
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5111	Stocks	976	sheep	2016	2016	Head	553442		
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5112	Stocks	1079	Turkeys	2000	2000	1000 Head	40	*	
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5112	Stocks	1079	Turkeys	2001	2001	1000 Head	39	*	
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5112	Stocks	1079	Turkeys	2010	2010	1000 Head	117	*	
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5112	Stocks	1079	Turkeys	2015	2015	1000 Head	200	*	
QA	Live Animals	146	Republic of Moldova	5112	Stocks	1079	Turkeys	2016	2016	1000 Head	178	Im	

Showing 1 to 45 of 45 rows  records per page

Opening FAOSTAT\_data\_5-21-2021.csv

You have chosen to open:

**FAOSTAT\_data\_5-21-2021.csv**  
 which is: Microsoft Excel Comma Separated Values File (5,9 KB)  
 from: blob:

**What should Firefox do with this file?**

Open with

Save File

Do this automatically for files like this from now on.

FAO data based on imputation methodology

- Télécharger aussi les données 2001 et 2016 pour estimer les stocks de clôture 2000 et 2015.
- Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\FAOSTAT\_data\_livestock\_download.csv ou xlsx

### Préparation des données

Les détails sont plus nombreux dans FAOSTAT que dans GLW3 et nous ne disposons pas de table de correspondance exacte. Nous devons donc effectuer quelques regroupements à l'aide du tableur et de son tableau croisé dynamique. On va grouper les ânes et les chevaux d'une part et d'autre part toute la volaille avec les lapins. Comme les poulets font 99% du total, on renomme poulets en volaille (poultry). [Note : il n'y a pas de canards, de buffles et de chameaux en K\_MDA]. On peut alors calculer des indices de variation 2010/2000 et 2015/2010 avec lesquels on va produire les résultats 2000 et 2015.

- Ouvrir une Feuille 2 et produire le tableau de calcul suivant :
- Dans **CALC\_LivestockMDA2000\_2010\_2015.ods** :
  - Créer une nouvelle fenêtre et la renommer **2-FAOSTAT\_2000\_2015\_aggr** ; y copier le tableau agrégé que nous venons de calculer.
  - Dans une nouvelle feuille de calcul que l'on nommera **3-Livestock\_coeff**, procéder à la mise en forme des données et au calcul des coefficients.
    - **GLW3\_10** est le total des colonnes de la feuille 1-GLW3\_UPSE 2010
    - **GLW3\_10\_ADJCoeff** destiné à ajuster le total des résultats par SELU pour la Moldavie sur FAOSTAT
    - **2000/2010**
    - **2015/2000**
  - Ajouter les données UGB et tonnes de BioCarbone par unité. Effacer les coefficients pour « dk » (duck) ou « other poultry ». Cette rubrique qui est très petite et mal renseignée peut être ignorée. Dans le tableau de calcul, tous les animaux de basse-cour sont regroupés en C1\_432.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	SHORT_Name	SHORT_Name2010	Labels	Libelles	FAOSTAT2000	FAOSTAT2001	FAOSTAT2010	FAOSTAT2015	FAOSTAT2016	GLW3_10	GLW3_10_ADJCoeff	2000/2010	2015/2010	kg_bioC	UGB_Uliv		
2	C1_431bf	C1_431bf10	Buffalo	Buffles	1	1	1	1	1	32	0.030894052246168	1.000000	1.000000	21.6	0.9		
3	C1_432ch	C1_432ch10	Poultry/t	Volaille/TOT	12758000	13202000	22731000	37366000	37138000	29171358	0.779223236518897	0.561260	1.643834	0.24	0.01		
4	C1_433ct	C1_433ct10	Cattle	Bovins	422969	394006	221622	191214	186116	350752	0.631848528238603	1.908515	0.862793	24	1		
5	C1_434gt	C1_434gt10	Goats	Caprins	99815	108565	111155	110695	114629	162818	0.682693974509372	0.897980	0.995862	4.08	0.17		
6	C1_435ho	C1_435ho10	Equides/t	Équidés/TOT	70200	75100	57348	44138	41391	86760	0.660999584759607	1.224105	0.769652	19.2	0.8		
7	C1_436pg	C1_436pg10	Pigs	Porcs	682600	447045	377142	472762	453190	562663	0.670280769292341	1.809928	1.253538	9.12	0.38		
8	C1_437sh	C1_437sh10	Sheep	Ovins	930229	829705	803747	569075	553442	996740	0.806375516344041	1.157365	0.708028	3.6	0.15		
9																	
10										Formules	'=I2/M2	'=G2/I2	'=J2/I2	'=S*24			
11										kg_BioC unitaire: 1 UGB de 600kg = 24 kg de bioC							

Sauver.



## Calcul du stock de biocarbone du cheptel C1\_43 pour 2000 et 2015

Toujours dans **CALC\_LivestockMDA2000\_2010\_2015.ods [ou .xlsx]**, créer une nouvelle feuille de calcul et la nommer **4-CALC\_Livestock\_2000\_2015**.

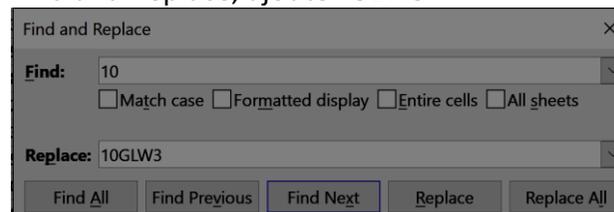
- Y copier le contenu de **1-GLW3\_2010\_DA**.
- Regrouper les deux colonnes 5\_Ch\_2010\_Da (SUM) et 5\_Dk\_2010\_Da (SUM) en les additionnant et en copiant le total sur la première ; supprimer ensuite la colonne 5\_Dk\_2010\_Da (SUM).

HYBAS_ID	ID GLW3	CD_ENCA	SHORT_Name	SHORT_Name2010	Labels	Libelles
5_Bf_2010_Da (SUM)	bf	C1_431	C1_431bf	C1_431bf10	Buffalo	Buffles
5_Ch_2010_Da (SUM)	ch	C1_432	C1_432ch	C1_432ch10	Poultry/t	Volaille/TOT
5_Ct_2010_Da (SUM)	ct	C1_433	C1_433ct	C1_433ct10	Cattle	Bovins
5_Dk_2010_Da (SUM)	gt	C1_434	C1_434gt	C1_434gt10	Goats	Caprins
5_Gt_2010_Da (SUM)	ho	C1_435	C1_435ho	C1_435ho10	Equides/t	Équidés/TOT
5_Ho_2010_Da (SUM)	pg	C1_436	C1_436pg	C1_436pg10	Pigs	Porcs
5_Pg_2010_Da (SUM)	sh	C1_437	C1_437sh	C1_437sh10	Sheep	Ovins
5_Sh_2010_Da (SUM)						

- Dans **4-CALC\_Livestock\_2000\_2015**, remplacer les intitulés de colonnes 2010 par les Noms Courts CECN (**SHORT\_Name2010**) de la feuille **3-Livestock\_coeff.** :

**C1\_431bf10 C1\_432ch10 C1\_433ct10 C1\_434gt10 C1\_435ho10 C1\_436pg10 C1\_437sh10**

- Copier les nouveaux intitulés à droite, à deux reprises. Avec Find and Replace, remplacer pour la première série les fins de codes 10 par 00 et pour la deuxième par 15.
- Revenir sur les intitulés de 2010 et avec Find and Replace, ajouter GLW3.



- Insérer 3 lignes pour les coefficients de calcul

2000/2010

2015/2000

et kg\_bioC

- Copier les valeurs de ces coefficients et les coller en ligne (Paste Special + Values + Transpose) au niveau des colonnes de 2010.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	HYBAS_ID	C1_431bf10GLW3	C1_432ch10GLW3	C1_433ct10GLW3	C1_434gt10GLW3	C1_435ho10GLW3	C1_436pg10GLW3	C1_437sh10GLW3	C1_431bf00	C1_432ch00	C1_433ct00	C1_434gt00	C1_435ho00	C1_436pg00	C1_437sh00
2	2000/2010	1.0000	0.5613	1.9085	0.8980	1.2241	1.8099	1.1574							
3	2015/2010	1.0000	1.6438	0.8628	0.9959	0.7697	1.2535	0.7080							
4	kg_bioC	21.6000	0.2400	24.0000	4.0800	19.2000	9.1200	3.6000							
5	2101174000	0	9307	872	624	46	1263	625							
6	2100520670	0	21718	1414	679	75	2439	940							
7	2100519090	0	23586	946	587	59	2016	952							
8	2100519230	0	75520	1354	408	141	2263	1960							

- 2000 : Ligne 5, Colonne I (C1\_431bf00) introduire la formule de calcul =B5\*B\$4\*B\$2. Le signe \$ devant le numéro de la ligne a pour effet de ne prendre que les valeurs de cette ligne.
- 2015 : Ligne 5, Colonne P (C1\_431bf15), introduire la formule de calcul =B5\*B\$4\*B\$3

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1	C1_433ct10GLW3	C1_434gt10GLW3	C1_435ho10GLW3	C1_436pg10GLW3	C1_437sh10GLW3	C1_431bf00	C1_432ch00	C1_433ct00	C1_434gt00	C1_435ho00	C1_436pg00	C1_437sh00	C1_431bf15	C1_432ch15	C1_433ct15	C1_434gt15	C1_435ho15	C1_436pg15	C1_437sh15
2	1.9085	0.8980	1.2241	1.8099	1.1574														
3	0.8628	0.9959	0.7697	1.2535	0.7080														
4	24.0000	4.0800	19.2000	9.1200	3.6000														
5	872	624	46	1263	625	=B5*B\$4*B\$2	=C5*C\$4*C\$2	=D5*D\$4*D\$2	=E5*E\$4*E\$2	=F5*F\$4*F\$2	=G5*G\$4*G\$2	=H5*H\$4*H\$2	=B5*B\$4*B\$3	=J5*J\$4*J\$3	=K5*K\$4*K\$3	=L5*L\$4*L\$3	=M5*M\$4*M\$3	=N5*N\$4*N\$3	=O5*O\$4*O\$3

Etirer les valeurs de 2000, puis de 2015 `a leurs zones de calcul respectives :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	HYBAS_ID	C1_431bf10GLW3	C1_432ch10GLW3	C1_433ct10GLW3	C1_434gt10GLW3	C1_435ho10GLW3	C1_436pg10GLW3	C1_437sh10GLW3	C1_431bf00	C1_432ch00	C1_433ct00	C1_434gt00	C1_435ho00	C1_436pg00	C1_437sh00	C1_431bf15	C1_432ch15	C1_433ct15	C1_434gt15	C1_435ho15	C1_436pg15	C1_437sh15
2	2000/2010	1.0000	0.5613	1.9085	0.8980	1.2241	1.8099	1.1574														
3	2015/2010	1.0000	1.6438	0.8628	0.9959	0.7697	1.2535	0.7080														
4	kg_bioC	21.6000	0.2400	24.0000	4.0800	19.2000	9.1200	3.6000														
5	2101174000	0	9307	872	624	46	1263	625	0	1254	39947	2286	1079	20849	2603	0	3672	18059	2536	678	14440	1593
6	2100520670	0	21718	1414	679	75	2439	940	0	2926	64768	2487	1769	40266	3916	0	8568	29280	2758	1112	27888	2396
7	2100519090	0	23586	946	587	59	2016	952	0	3177	43353	2151	1388	33279	3966	0	9305	19599	2386	873	23049	2426
8	2100519230	0	75520	1354	408	141	2263	1960	0	10173	62021	1496	3308	37349	8166	0	29794	28038	1659	2080	25867	4995
9	2101172190	0	88358	815	168	85	1621	1385	0	11902	37329	616	2006	26764	5771	0	34859	16875	683	1261	18536	3531
10	2100516590	0	24857	389	84	47	481	890	0	3348	17836	308	1093	7939	3708	0	9807	8063	341	687	5498	2269
11	2100516490	0	82495	2103	1210	166	4263	2411	0	11112	96319	4435	3892	70367	10047	0	32546	43544	4918	2447	48736	6146
12	2101169860	0	37603	788	376	83	1339	1223	0	5065	36104	1379	1954	22107	5094	0	14835	16322	1529	1228	15311	3116
13	2100512130	0	31505	411	95	52	588	829	0	4244	18822	348	1225	9712	3452	0	12429	8509	386	770	6726	2112
14	2100511970	0	12633	406	330	32	942	569	0	1702	18603	1208	743	15556	2370	0	4984	8410	1340	467	10774	1450
15	2100517710	0	74982	559	142	84	1123	1142	0	10100	25618	520	1963	18535	4758	0	29582	11581	577	1234	12837	2911
16	2100517620	0	116603	1322	311	179	2239	1918	0	15707	60557	1138	4218	36955	7991	0	46002	27376	1262	2652	25595	4889
17	2101170270	0	89330	1020	261	136	1550	1555	0	12033	46713	955	3205	25580	6477	0	35243	21118	1059	2015	17716	3962

Sauver



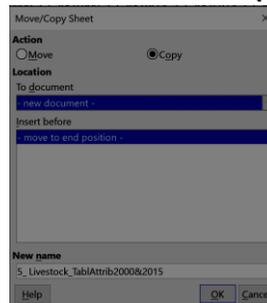
- Créer une nouvelle feuille de calcul et la renommer **5\_Livestock\_TablAttrib2000&2015**
- Y copier les valeurs (Paste Special + Values + Text) que nous venons de calculer.
- Effacer les lignes 2, 3 et 4 et les colonnes « GLW3 », de B à H (inclus)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	HYBAS_ID	C1_431bf00	C1_432ch00	C1_433ct00	C1_434gt00	C1_435ho00	C1_436pg00	C1_437sh00	C1_431bf15	C1_432ch15	C1_433ct15	C1_434gt15	C1_435ho15	C1_436pg15	C1_437sh15
2	2101174000	0	1253.62053	39946.6208	2286.39781	1079.10376	20849.3108	2603.23859	0	3671.64013	18058.8959	2535.61895	678.482649	14440.0262	1592.55194
3	2100520670	0	2925.50648	64767.6541	2487.27224	1768.73472	40265.7929	3916.22298	0	8568.30813	29279.8815	2758.38903	1112.08566	27887.6894	2395.7806
4	2100519090	0	3177.10905	43353.1532	2151.24035	1388.26925	33279.2735	3965.58146	0	9305.20902	19598.9064	2385.7291	872.869349	23048.8952	2425.97604
5	2100519230	0	10172.6651	62021.2813	1496.21906	3307.96711	37348.5133	8165.53723	0	29793.9962	28038.3132	1659.30941	2079.87254	25867.2104	4995.33244
6	2101172190	0	11902.0371	37328.9041	615.774728	2005.63121	26763.9553	5771.11161	0	34859.0311	16875.4899	682.895191	1261.03348	18536.4504	3530.52349
7	2100516590	0	3348.3623	17836.4973	307.748476	1093.42218	7938.80547	3708.23896	0	9806.78051	8063.44672	341.293569	687.485301	5498.33805	2268.54472
8	2100516490	0	11112.2498	96319.3669	4434.94544	3892.26444	70367.0796	10046.8014	0	32545.8791	43543.6437	4918.36182	2447.24741	48735.5424	6146.21076
9	2101169860	0	5065.16524	36103.6159	1378.53424	1953.54472	22106.5898	5093.7691	0	14835.0027	16321.5668	1528.79675	1228.28429	15310.8052	3116.15382
10	2100512130	0	4243.801	18821.6938	347.981338	1225.25145	9711.73191	3452.22745	0	12429.3673	8508.83009	385.911879	770.372487	6726.24934	2111.92764
11	2100511970	0	1701.6578	18602.9062	1208.00673	742.782807	15555.9792	2369.86905	0	4983.86466	8409.92156	1339.68147	467.022045	10773.9171	1449.78627
12	2100517710	0	10100.3317	35519.0387	570.28899	1057.55833	18335.1051	4759.33386	0	20581.8513	11581.3878	577.003459	1333.85156	12837.3303	3910.84353

## Sauver

*Exporter les données C1\_431 à C1\_437 dans les tables attributaires 2000 et 2015*

- Exporter la Feuille **5\_Livestock\_TablAttrib2000&2015** en un fichier **.csv (ou Text CSV)** séparé



Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\CORRECTED\K4\_EcosystemCarbon\LivestockC\_TabIAttrib2000&2015.csv

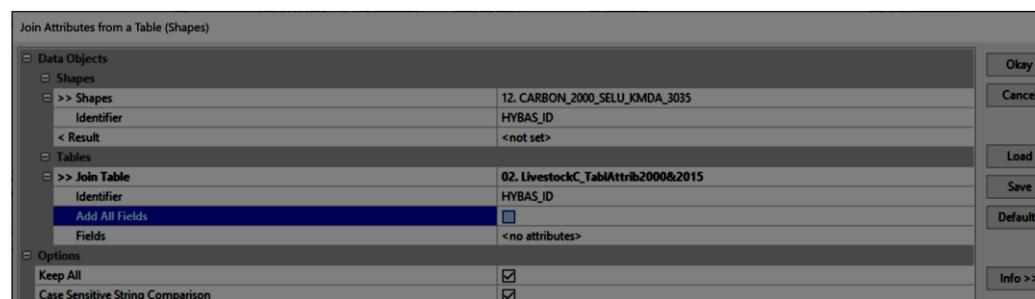
### Joindre LivestockC\_TabIAttrib2000&2015 aux tables attributaires des fichiers .shp CARBON SELU

On va maintenant charger LivestockC\_TabIAttrib2000&2015.csv dans SAGA et joindre les colonnes pertinentes de LivestockC\_TabIAttrib2000&2015 aux tables attributaire de CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp et CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp dans lesquelles ont déjà été enregistrés C1\_11 [trees] et C1\_12 [herbshrub]

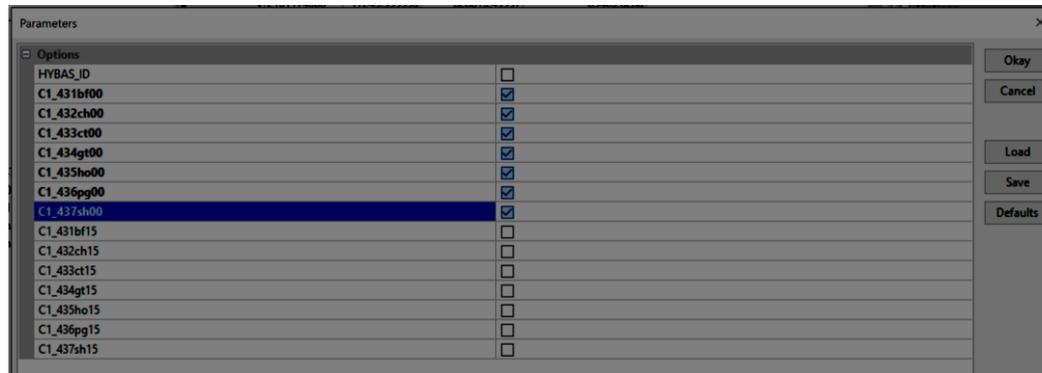
	HYBAS_ID	AREA_ha	C1_11_00_trees	C1_12_00_herbshrub
1	2101174000	17243.535336	82801.249997	8948.26288
2	2100520670	18099.814927	414752.41664	14829
3	2100519090	11308.948182	59951.750061	5003
4	2100519230	13076.332174	124885.87507	4550
5	2101172190	18886.332119	477153.41682	18085
6	2100516590	11934.702958	54698.083361	2281.5
7	2100516490	26991.238201	49641.416736	10329

- Charger dans SAGA la table H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\LivestockC\_TabIAttrib2000&2015.csv
- CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp

Utiliser l'outil Join Attributes from a Table (Shapes) .



Décocher **Add All Fields** et sous Fields, sélectionner **les 7 champs 2000**.



**Sauver.**

- **CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp**

Même procédure que pour 2000. Décocher Add All Fields ou si le calcul est fait à la suite du précédent, désélectionner si nécessaire les 7 champs 2000 et sélectionner **les 7 champs 2015**.

**Sauver.**

## 2 Flux de biocarbone [Introduction]

Dans la CECN niveau 1 MOA (en. FTI), les comptes des flux de biocarbone ne couvrent pas tous les détails possibles mais se concentrent sur les principaux flux liés à la végétation et au sol. Le détail des flux donné dans le rapport TS77 CBD est une ligne directrice pour enregistrer ces détails dans les catégories appropriées du cadre comptable, lorsque les informations nécessaires sont disponibles. On se réfère dans Kangaré à la version des tableaux comptables révisés (à la marge) à l'occasion de projets récents portant sur le Bassin du Rhône, les Plateau des Guyanes, le Fouta Djallon (parcs naturels), et Madagascar (aires protégées).

Ces tableaux, qui ont donc été testés, sont disponibles sous F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\ENCA-QSP\_FTI\_Tables\_with\_formulas\_v5.xlsx.

Cette version des tableaux contient les équations qui relient les différentes opérations entre elles et sera utilisée dans la dernière phase de l'exercice pour boucler le compte de manière semi-automatique. On notera que les tableaux identifient par des couleurs différentes les lignes

qui sont renseignées :

- par des données extraites de fichiers raster comme les stocks de biocarbone calculés précédemment ;
- par des calculs utilisant des coefficients par défaut (par exemple les racines comme pourcentage de la biomasse au-dessus du sol ;
- par des reports entre parties des comptes ;
- par des soldes comptables ;
- et enfin, les lignes qui ne sont PROVISOIREMENT pas renseignées faute de données mais qui devraient l'être comme ici C2\_6 les Apports de biocarbone d'autres pays ou de la mer.

ENCA CODES	LONG NAMES	SHORT NAMES	INPUT/CALCULATION /CARRYOVER/ TOTALISATION /PER MEMORY
AREA_ha		AREA_ha	
<b>I_ Ecosystem Carbon Basic Balance</b>			
C1_1	Aboveground living biomass carbon	C1_1LivingAGB_AGC	C1_1
C1_2	Litter and deadwood carbon	C1_2LitterAGB_AGC	C1_1 *0.12
C1_31	Roots carbon	C1_3_1Roots_C	C1_1 *0.25
C1_32	Soil Organic Carbon	C1_3_2SOC	C1_3_2
C1_43	Livestock carbon	C1_43LivestockC	C1_43
C1	Opening Stocks Total	C1OpeningStockTOT	C1 = SUM(C1_1:C1_43)
C2_3	NPP (Net Primary Production)	C2_3NPP	C2_3
C2_52	Formation of dead organic matter	C2_52DOM	C2_52 = C6_5
C2_53	Net increase of livestock	C2_53NetLivestock	C2_53
C2_54	Decomposition of litter to soil	C2_54DecomptoSoil	C2_54 = C6_42
C2_5	Net increase of secondary biocarbon (incl. livestock, fish stocks, soil...)	C2_5IncSecond	C2_5 = C2_51 + C2_53 + C2_54
C2_6	Inflows of biocarbon from other countries & the sea	C2_6ExternInflo	C2_6
C2_71	Agriculture crops residuals (incl. removals and returns) [eq C3_2]	C2_71AgriResidual	C2_71 = C3_2
C2_72	Manure return and application	C2_72Manure	C2_72 = (C3_3 + C2_752) /2
C2_73	Forestry residuals (incl. removals and returns) [eq C3_5]	C2_73ForResidual	C2_73 = C3_5
C2_74	Fishery discards	C2_74FisCerlDiscard	C2_74
C2_751	Supply of biofuel	C2_751Biofuel	C2_751 = C4_33 + C4_34
C2_752	Supply of livestock feed (net of grazing)	C2_752LivFeedNet	C2_752 = (C1_43*0.04) - C3_3 IF>0, IF not, 0
C2_753	Other transfers received from the supply and use system (net)	C2_753OtherNetSupply	C2_753
C2_75	Transfers from the supply & use system	C2_75TransfSuppUse	C2_75 = C2_751+c2_752+c2_753
C2_7	Production residuals and transfers (leftovers, manure, discards...)	C2_7ProdResiduals	C2_7 = C2_71 + C2_72 + C2_73 + C2_74 + C2_75
C2_8	Consumption residuals (sludge, wastewater, solid waste)	C2_8ConsuReturn	C2_8
C2	Total inflow of biocarbon (total gains)	C2TOTinflow	C2 = C2_3 + C2_5 + C2_6 + C2_7 + C2_8

**C2, le Total des apports de biocarbone** (Total inflow of biocarbon) est constitué de la **Production primaire nette** (PPN ; en. NPP) des écosystèmes, de l'augmentation de la biomasse secondaire et des retours à la terre et à l'eau des résidus de production et des déchets.

En ce qui concerne les apports de biocarbone (C2), en principe, les flux du tableau ci-dessus devraient être enregistrés. Dans la pratique, seuls la NPP et les résidus de l'agriculture et de la sylviculture (résidus de production) sont estimés. Le retour et l'épandage du fumier, ainsi que le pâturage sont estimés à partir des unités de bétail. La pêche et la pisciculture ne sont pas couvertes dans la présente V1. Par conséquent, aucune estimation n'est fournie sur les rejets de la pêche. C2.6. Les flux entrants de biocarbone en provenance d'autres pays et de la mer devraient couvrir les importations de produits de la biomasse (nourriture...) et les captures de poissons de mer. C2.8 Les retours de consommation (boues, eaux usées, déchets solides) sont également des éléments provisoirement manquants dans la v1 des comptes.

**C7, les Sorties totales de biocarbone** sont le total de **C5, l'Utilisation totale du biocarbone** et de **C6 les Processus et perturbations naturels**. C5 est le total C3+C4, respectivement les retraits totaux de biocarbone et les pertes anthropiques indirectes nettes de biocarbone et la combustion de biomasse (bois de feu notamment). Cette présentation est assez conforme aux directives du GIEC, ce qui est souligné par l'adjonction des termes du GIEC (gains) aux flux entrants et (pertes) aux flux sortants.

C3_11	Cereals	C3_11CEREAL	C3_11
C3_12	Fibre crops	C3_12FIBRE	C3_12
C3_13	Fruits	C3_13FRUIT	C3_13
C3_14	Oil crops	C3_14OIL	C3_14
C3_15	Pulses	C3_15PULSE	C3_15
C3_16	Roots and tubers	C3_16ROOTUB	C3_16
C3_17	Coffe, tea, coconut, tree nuts, tobacco	C3_17COFNUT	C3_17
C3_18	Vegetables	C3_18VEGET	C3_18
C3_19	Sugar crops	C3_19SUGAR	C3_19
<b>C3_1</b>	<b>Agriculture crops net removals</b>	<b>C3_1AgriRemNET</b>	<b>C3_1 = SUM(C3_11:C3_19)</b>
C3_21	Removals of agriculture leftovers and byproducts (incl. straw...)	C3_21AgriRemovLeft	C3_21 = C3_2 / 2
C3_22	Returns of agriculture leftovers	C3_22AgriReturns	C3_22 = C3_2 - C3_21
<b>C3_2</b>	<b>Agriculture crops residuals (incl. removals and returns) [= C2_71]</b>	<b>C3_2AgriResidual</b>	<b>C3_2 = C3_1 * 0.4</b>
<b>C3_3</b>	<b>Livestock grazing</b>	<b>C3_3Grazing</b>	<b>C3_3 = C2_3 / AREAha * (C1_43/24)</b>
<b>C3_4</b>	<b>Roundwood net removals</b>	<b>C3_4RWoodRemNET</b>	<b>C3_4</b>
C3_51	Removals of forestry leftovers and byproducts	C3_51ForLeftRem	C3_51 = C3_5 * 0.2
C3_52	Returns of forestry leftovers	C3_52ForReturn	C3_52 = C3_5 * 0.8
<b>C3_5</b>	<b>Forestry residuals (incl. removals and returns) [= C2_73]</b>	<b>C3_5ForResidual</b>	<b>C3_5 = C3_4 * 1.5</b>
<b>C3_a</b>	<b>Total harvest of agriculture crops, wood &amp; other vegetation</b>	<b>C3_aTOTHarvest</b>	<b>C3_a = C3_1 + C3_2 + C3_3 + C3_4 + C3_5</b>
<b>C3_b</b>	<b>Withdrawals of secondary biocarbon (incl. fisheries)</b>	<b>C3_bSecondBiocarb</b>	<b>C3_b</b>
<b>C3</b>	<b>Total withdrawals of biocarbon [= C3_a + C3_b]</b>	<b>C3_TOT_WithdrawBioC</b>	<b>C3 = C3_a + C3_b</b>

En ce qui concerne les prélèvements de biocarbone (C3), la récolte des produits agricoles et du bois est bien détaillée et le pâturage du bétail est estimé. En ce qui concerne les prélèvements de biocarbone secondaire, seuls les flux liés au cheptel sont enregistrés dans v1. Une

amélioration importante serait d'enregistrer les captures de poissons dans les fermes piscicoles et les pêcheries, notamment dans les eaux côtières qui sont des UPSE de la CECN.

Les pertes anthropiques indirectes nettes de biocarbone et de combustion de biomasse (C4) enregistrent les impacts du changement d'utilisation des terres, le déversement de biocarbone dans l'eau, y compris le biocarbone dans les eaux usées et les pertes du sol vers les masses d'eau en raison de l'érosion et des émissions dans l'atmosphère.

<b>C4_111</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Urban_road_AGB]</b>	<b>C4_111LUNetUrbAGB</b>	<b>C4_111</b>
<b>C4_112</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Mining_AGB]</b>	<b>C4_112LUNetMiningAGB</b>	<b>C4_112</b>
<b>C4_11a</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Above Ground Biomass]</b>	<b>C4_11a_lcf1LUNetAGB</b>	<b>C4_11a = C4_111 + C4_112</b>
<b>C4_113</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Urban_road_SOC]</b>	<b>C4_113LUNetUrbSOC</b>	<b>C4_113 = (C4_11b / (C4_11a + 1)) * C4_111</b>
<b>C4_114</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Mining_SOC]</b>	<b>C4_114LUNetMiningSOC</b>	<b>C4_114 = C4_11b - C4_113</b>
<b>C4_11b</b>	<b>Net loss due to land use change [lcf1 Artificial dev_Soil Organic Carbon]</b>	<b>C4_11b_lcf1LUNetSOC</b>	<b>C4_11b</b>
<b>C4_1</b>	<b>Net loss biocarbone due to land use change [lcf1 Artificial development]</b>	<b>C4_1LUNetCh_lcf1ArtifTT</b>	<b>C4_1 = C4_11lcf1_AGB + C4_11lcf1_SOC</b>
<b>C4_2</b>	<b>Dumping and leakage of biocarbone to water bodies (incl_ induced erosion)</b>	<b>C4_2WatCTOT</b>	<b>C4_2</b>
<b>C4_31</b>	<i>Forests and shrub fires induced by humans</i>	<i>C4_31ForFireInduced</i>	<i>C4_31</i>
<b>C4_32</b>	<i>Other biomass fires induced by humans</i>	<i>C4_32OthFireInduced</i>	<i>C4_32</i>
<b>C4_33</b>	<b>Combustion of woodfuel_roundwood</b>	<b>C4_33CombRWoodFuel</b>	<b>C4_33</b>
<b>C4_34</b>	<i>Combustion of other biocarbone fuel</i>	<i>C4_34_CombOther</i>	<i>C4_34 = C3_51</i>
<b>C4_3</b>	<b>Combustion of ecosystem biocarbone</b>	<b>C4_3CombCTOT</b>	<b>C4_3 = C4_31 + C4_32 + C4_33 + C4_34</b>
<b>C4_4</b>	<b>Other emissions to the atmosphere (VOC, CH4) of anthropogenic origin (IPCC)</b>	<b>C4_4Other_bio_C_to_air (CH4_C content)</b>	<b>C2_72 = (C1_43/24) * 0.05 * (12/16) * CowLURatio</b>
<b>C4</b>	<b>Net indirect anthropogenic losses of biocarbone &amp; biomass combustion</b>	<b>C4NetIndirLoss</b>	<b>C4 = C4_1 + C4_2 + C4_3 + C4_4</b>
<b>C5</b>	<b>Total use and induced loss of ecosystem biocarbone = C3+C4</b>	<b>C5Use&amp;Loss C3pC4</b>	<b>C5 = C3 + C4</b>

C6, les Sorties de biocarbone dues à des causes naturelles et multiples retracent les pertes qui ne sont pas directement imputables à l'activité humaine, soit qu'elles soient naturelles, soit que leurs causes soient multiples. Cette distinction n'est pas toujours aisée dans le cas de l'érosion et surtout des feux, ces deniers étant souvent provoqués puis échappant au contrôle. En l'absence d'indication, les feux sont traités en « causes multiples ».

C6_2	Soil erosion organic carbon content	C6_2SoilEros	C6_2	1056
C6_3	Forest and other fires from natural and multiple origin	C6_3NatFires	C6_3	0
C6_41	Secondary ecosystem respiration_AGB	C6_41HeterRespAGB	$C6_41 = (C1_2 + C6_5) * 0.15$	85717
C6_42	Secondary ecosystem respiration_Soil	C6_42HeterRespSoil	$C6_42 = (C1_32 + C6_43) * 0.02$	84465
C6_43	Decomposition of litter to soil	C6_43DecomptoSoil	$C6_43 = C1_2 * 0.2$	76522
C6_4	Total decomposition of biomass	C6_4DecompTOT	$C6_4 = C6_41 + C6_42 + C6_43$	246703
C6_5	Transfers of biocarbon due to natural causes (incl. DOM formation)	C6_5 NatDOM	$C6_5 = C2_3 * 0.9$	188835
C6	Outflows of biocarbon due to natural and multiple causes	C6NatOutflows	$C6 = C6_2 + C6_3 + C6_4 + C6_5$	436594
C7	Total outflow of biocarbon (total losses) = C5+C6	C7TOTOutflow	$C7 = C5 + C6$	481114
NECB1	Net Ecosystem Carbon Balance 1 [Flows]	NECB1_flows	$NECB1 = C2 - C7$	-811

### 3 Apports de biocarbonate (gains) [C2TOTINFLOW]

Le flux entrant total de biocarbonate (C2) se compose de la production primaire nette des écosystèmes (C2\_3 NPP) et des flux de ressources secondaires en biocarbonate (C2\_5) et des Apports provenant d' autres territoire et de la mer (C2\_6), des retours et rejets de production (C2\_7) et des rejets de consommation (C2\_8). L'absence des codes C2\_1 GPP, C2\_2 Respiration autotrophique (par la végétation elle-même) et C2\_4 Respiration hétérotrophique est le résultat d'une simplification de la présentation. En effet C2\_1 et C2\_2 n'ont d'intérêt que formel. Par ailleurs, l'évaluation de C2\_4 et donc de la Production écosystémique nette (PNE ; en. NEP) demeurent fragiles, alors que NPP est une variable couramment utilisée. L'apport principal en biomasse est donc mesuré par NPP et C2\_4 est transféré au tableau des sorties sous les intitulés C6\_41 Respiration secondaire de l'écosystème \_AGB et C6\_42 Respiration secondaire de l'écosystème \_Sol. Les soldes comptables ne sont pas affectés par cette simplification. Afin de ne pas perturber l'ordre des codes et permettre de se référer au document TS77 pour des explications complémentaires, et éventuellement de réintroduire ces lignes, les codes originels ont été conservés.

#### 3.1 Collecte et traitement des données de Production Primaire Nette de biomasse (C2\_3 NPP)

Il y a plusieurs sources disponibles pour les données de NPP, correspondant à des sources de données et des modèles différents. On peut citer le produit planétaire MODIS GPP/NPP Project (MOD17) <https://www.ntsg.umn.edu/project/modis/mod17.php> (NASA et Université du Montana), BETHY/DLR (Agence Aérospatiale Allemande), ou pour l'Afrique de la plateforme FAO WaPOR <https://wapor.apps.fao.org/catalog/1>. Pour Kangaré, les données utilisées sont celles de Copernicus **Global Dry Matter Productivity** <https://land.copernicus.eu/global/products/dmp>.

La productivité de la matière sèche (Dry Matter Productivity, DMP) représente le taux de croissance global ou l'augmentation de la biomasse

sèche de la végétation et est directement liée à la productivité primaire nette (PPN) de l'écosystème. Les unités de DMP sont adaptées à des fins agro-statistiques (kg/ha/jour). Les données sont fournies par période décadaire de 10 jours avec pour chacune la valeur moyenne quotidienne. Chaque décade a en principe 10 jours, sauf une dernière période de 5 ou 6 jours en fin d'année. On peut toutefois accepter une solution rapide consistant à multiplier par 10 le total des 36 tuiles annuelles.

En pratique, l'accès aux données se fait via un serveur où il faut d'abord s'enregistrer. On choisit ensuite sa Region Of Interest (ROI), puis les dates de fichiers. Les données sont alors préparées par le serveur et on est informé par courriel des liens ftp à activer.

The screenshot shows the Copernicus Global Land Service web interface. The main map displays a global view with a red box highlighting a region in Europe. The search panel on the right is titled "Dry Matter Productivity - DMP 1km V2" and includes the following fields and values:

Date	Slot	
Start date	01/01/1999	
End date	31/12/2020	
	49.3553	
24.8673	ROI	31.0813
	45.1326	

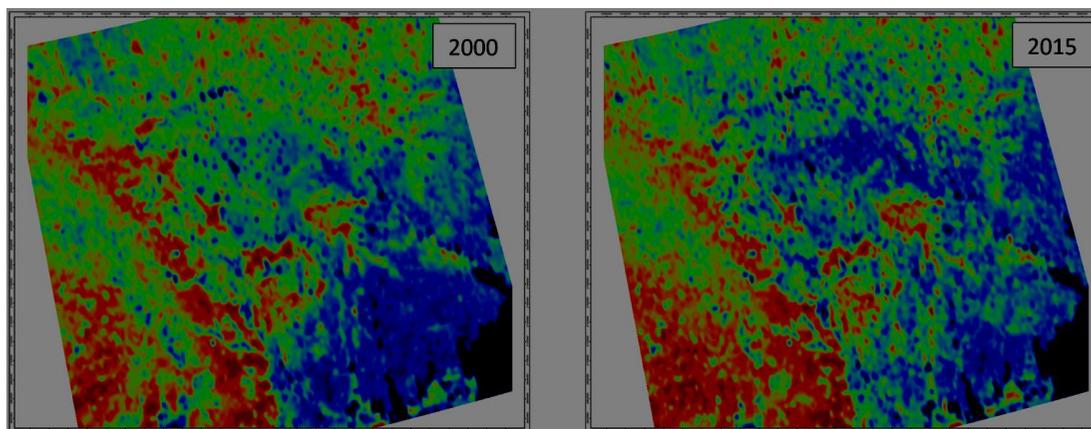
At the bottom of the search panel, there are "Search" and "Reset" buttons, a star icon, and a "Number of results per page" dropdown set to 20. The footer of the page includes "Version 2.2.1-20180225", "About us", "Terms of use", "Privacy policy", "Feedback", and "Hosted by VITO".

### 3.1.1 Données NPP 2000 et 2015 utilisées pour l'exercice

Pour l'exercice Kangaré\_MDA, deux tuiles ont été téléchargées puis projetées et rééchantillonnées selon la grille EPSG:3035 à 100m et converties en tonnes de carbone. Ce traitement est justifié par l'utilisation dans certains calculs des données NPP conjointement avec des données de couverture des terres.

F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\NPP2000\_C\_kg\_ha\_DMP\_KMDA3035.sg-grd-z

F:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\NPP2015\_C\_kg\_ha\_DMP\_KMDA3035.sg-grd-z



### 3.1.2 Extraction des données par UPSE/SELU [C2\_3NPP00 et C2\_3NPP15]

- CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp.
  - Utiliser **Grid Statistics for Polygons**  avec **SUM**, CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035 et NPP2000\_C\_kg\_ha\_DMP\_KMDA3035.
  - Renommer **C2\_3NPP00**
  - Sauver.

CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp.

- Utiliser **Grid Statistics for Polygons**  avec **SUM**, CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035 et NPP2015\_C\_kg\_ha\_DMP\_KMDA3035.
- Renommer **C2\_3NPP15**
- Sauver.

### 3.2 Autres lignes du tableau des apports en biocarbone

- Variables non estimées dans l'exercice Kangaré K\_MDA

Elles sont indiquées en couleur ocre dans la feuille de calcul ENCA-QSP\_FTI\_Tables\_with\_formulas\_v6.xlsx / T2\_CarbonAccount\_formulas. Il s'agit des lignes :

- Augmentation nette du cheptel [Net increase of livestock/C2\_53NetLivestock]
  - Apports de biocarbone en provenance d'autres pays et de la mer [Inflows of biocarbon from other countries & the sea/C2\_6ExternInflo]
  - Rejets de pêche [Fishery discards/C2\_74FishDiscard]
  - Résidus de consommation (boues, eaux usées, déchets solides) [Consumption residuals (sludge, wastewater, solid waste)/C2\_8ConsuReturn]
- Variables reportées à nouveau en provenance du tableau des utilisations

Ces variables (indiquées en couleur orange) sont la contrepartie comptable de l'enregistrement des utilisations totales.

Lorsqu'une partie de la récolte est laissée sur place (notamment la paille, les racines, les petites branches...) celle-ci est d'abord comptée comme un prélèvement. Celui-ci est suivi d'un retour à l'écosystème, ce qui permet de rééquilibrer le compte et de calculer un solde net correct. L'autre solution consistant à enregistrer des prélèvements nets des retours n'a pas été retenue par souci de cohérence avec la notion d'appropriation de biomasse utilisée dans l'indicateur HANPP (Human Appropriation of NPP) qui considère la perte de biomasse vivante. Il s'agit des flux Rebut de cultures agricoles (abandonnés ou collectés) [Agriculture crops residuals (incl. removals and returns) [eq C3\_2]/C2\_71AgriResidual] et des Rebut de l'exploitation forestière (abandonnés ou collectés) [Forestry residuals (incl. removals and returns) [eq

C3\_5]/ C2\_73ForResidual]

Par ailleurs, certains flux retracent des transferts entre composants de l'écosystème et leur solde comptable doit être nul. Il s'agit de la formation naturelle de matière organique morte (les feuilles mortes...) [Formation of dead organic matter/C2\_52DOM] et de la décomposition de biomasse morte vers le sol [Decomposition of litter to soil/C2\_54DecomptoSoil].

Les deux flux de fourniture de biocarbone par le système d'utilisation Approvisionnement en biofuel (y c. bois de chauffage) [Supply of biofuel/C2\_751Biofuel] et Approvisionnement en aliments pour le bétail (net de pâturage) [Supply of livestock feed (net of grazing)/C2\_752NetLivFeed] ont pour objectif de décrire des transferts sans lesquels l'utilisation dans un UPSE serait anormalement plus haute que la ressource. C'est par exemple le cas du bois consommé en ville et qui provient des forêts ou de la nourriture pour animaux apportée dans des zones d'élevage. Dans le cas de C2\_751, le flux est mesuré par la contrepartie de la consommation de bois de feu enregistrée en plus de l'extraction de bois ; on évite ainsi un double compte.

C2\_752 est quant à lui estimé sur la base des besoins du stock d'animaux et de la productivité en herbe du SELU et du pâturage possible.

Un autre flux d'apport, Retour et épandage (déjections du bétail, fumier) [Manure return and application/C2\_72Manure] est calculé à partir de la charge en animaux du SELU en prenant en compte le pâturage et l'approvisionnement extérieur.

Tous ces calculs sont faits par UPSE-SELU lors du bouclage du compte.

## 4 Sorties de biocarbone (pertes) [C7TOTOutflow]

Les sorties de biocarbone comprennent les récoltes (brutes) agricoles et forestières, les pertes indirectes dues à l'utilisation des sols, la combustion de bois de chauffage et des sorties naturelles telles que la respiration secondaire (hétérotrophique) de l'écosystème, l'érosion. Parmi les feux de brousse ou de forêt on distingue ceux qui sont provoqués par des activités humaine et ceux que l'on attribue à des causes naturelles et multiples.

Les flux à estimer sont d'abord les récoltes agricoles (C3\_1AgriRemNET) par types de cultures et les récoltes de bois (C3\_4RWoodRemNET). Ces flux sont nets, comme le sont leurs statistiques.

Les pertes annuelles de biomasse et de carbone organique du sol dus aux changements de l'utilisation des terres sont ensuite estimées. L'exercice se limitera aux pertes dues à l'étalement urbain – mais il faudrait aussi mesurer les impacts de l'extension et de l'intensification de l'agriculture sur la biomasse.

Deux autres flux seront mesurés : les pertes de biocarbone dues à l'érosion des sols [Soil erosion organic carbon content/C6\_2SoilEros] et les Feux de forêts et autres d'origine naturelle ou multiple [Forest and other fires from natural and multiple origin/C6\_3NatFires].

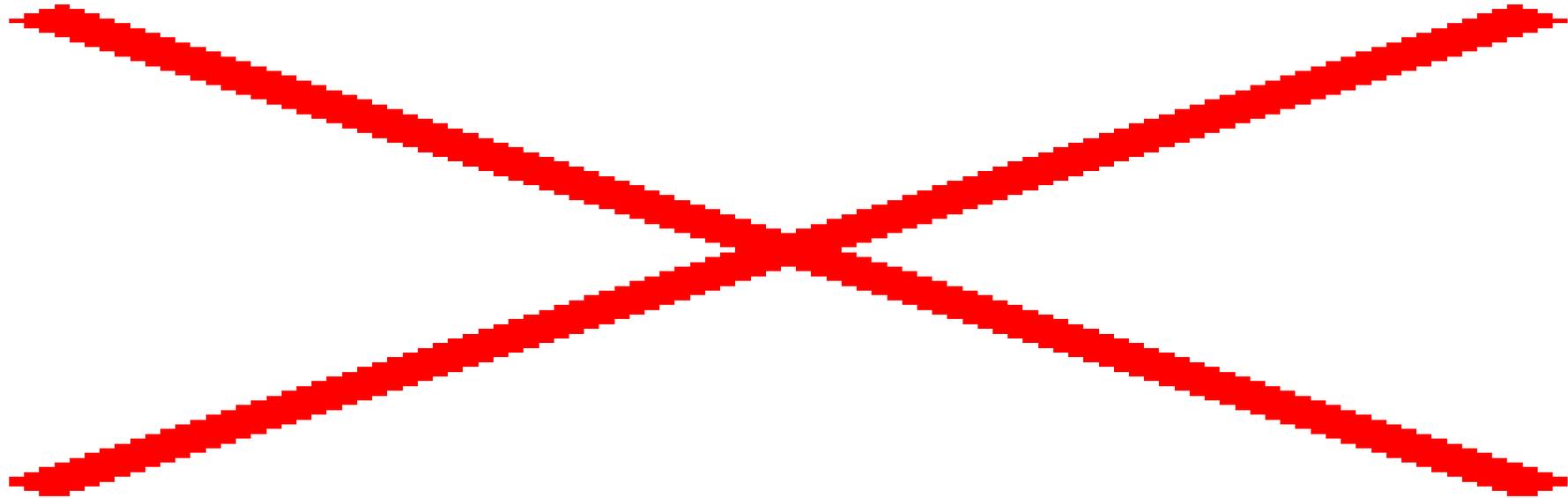
## **4.1 Récoltes nettes de produits agricoles [C3\_1AgriRemNET]**

### **4.1.1 Données utilisées**

L'idéal serait de disposer de statistiques agricoles spatialisées par municipalités ou selon des bases de données agricoles cadastrales. Pour l'exercice Kangaré, nous allons utiliser la méthode par défaut de niveau 1 (Mise en œuvre rapide, MOA) basée sur des données internationales. Il s'agit du modèle FAO/SPAM, des statistiques FAOSTAT, de coefficients de contenus en biomasse sèche des récoltes (ici, d'après une étude du CCR/JRC et les cartes de couverture des terres utilisées pour la CECN.

Le modèle SPAM développé pour la FAO fournit des estimations de récoltes par maille de 10km x 10 km pour l'année 2010. Ces cartes sont basées sur les statistiques de FAOSTAT, avec toutefois des compléments apportés par les modélisateurs. Les récoltes sont présentées en 42 catégories alors que FAOSTAT en présente 173 qui sont regroupées en une dizaine. La CECN MOA présente les récoltes agricoles selon les groupes de FAOSTAT légèrement modifiés pour des raisons de correspondance avec les 42 classes de SPAM.

Le tableau suivant présente le regroupement des catégories de produits SPAM selon les niveaux agrégés de FAOSTAT adaptés à la marge pour la CECN.



Les tableaux de correspondance sont fournis dans H :\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\SPAM-FAO-ENCA\_CLASSIF.xlsx

L'exercice va consister à :

- extraire les données KMDA 2010 des fichiers planétaires,
- extraire les statistiques brutes 2010 par UPSE
- télécharger les statistiques FAOSTAT 2000, 2010 et 2015
- ajuster sur les statistiques brutes calculées à partir de SPAM sur FAOSTAT 2010
- calculer des coefficients 2000/2010 et 2015/2010 par groupe de produits, au niveau national
- estimer les productions 2000 et 2015 par UPSE

Certaines étapes ne seront réalisées que pour C3\_11CEREAL. Les données permettant de passer complètement à l'étape suivante seont alors accessibles dans INPUTDATA\Carbon.

- Statistiques désagrégées spatialement (FAO/SPAM)

SPAM fournit plusieurs variables dont des estimations de production (P, en tonnes métriques, mt).

### SPAM

Using a variety of inputs, IFPRI's Spatial Production Allocation Model (SPAM) uses a cross-entropy approach to make plausible estimates of crop distribution within disaggregated units. Moving the data from coarser units such as countries and sub-national provinces, to finer units such as grid cells, reveals spatial patterns of crop performance, creating a global grid-scape at the confluence between geography and agricultural production systems. Improving spatial understanding of crop production systems allows policymakers and donors to better target agricultural and rural development policies and investments, increasing food security and growth with minimal environmental impacts. (2020-07-14)

#### Dataset Citation

International Food Policy Research Institute, 2019, "Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 2.0", <https://doi.org/10.7910/DVN/PRFF8V>, Harvard Dataverse, V4  
<https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V>

#### File Citation

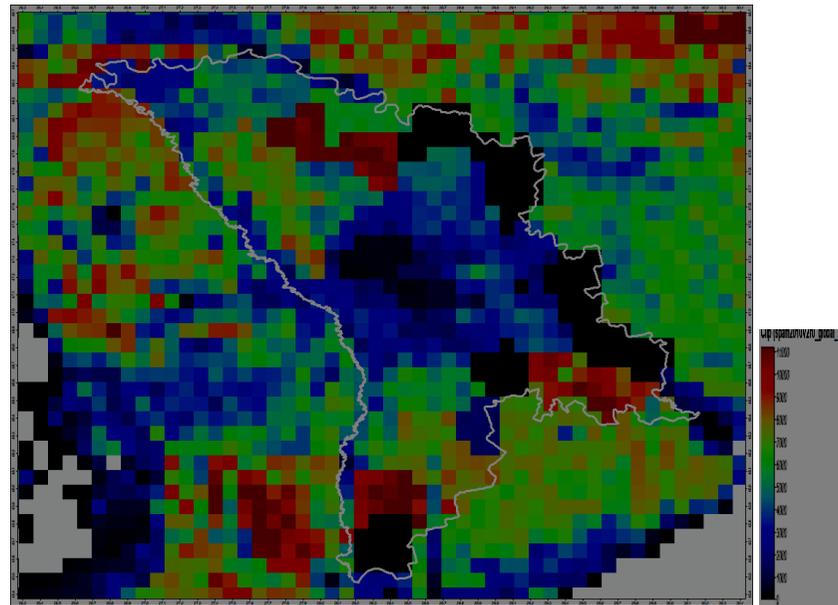
International Food Policy Research Institute, 2019, "spam2010v2r0\_global\_yield.geotiff.zip", *Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 2.0*, <https://doi.org/10.7910/DVN/PRFF8V/Y1OQRN>, Harvard Dataverse, V4  
<https://dataverse.harvard.edu/file.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V/Y1OQRN&version=4.0> This file is part of "Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 2.0".

#### Related Publication

Yu, Q., You, L., Wood-Sichra, U., Ru, Y., Joglekar, A. K. B., Fritz, S., Xiong, W., Lu, M., Wu, W., and Yang, P.: A cultivated planet in 2010: 2. the global gridded agricultural production maps, *Earth Syst. Sci. Data Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/essd-2020-11>, in review, 2020. [doi: 10.5194/essd-2020-11](https://doi.org/10.5194/essd-2020-11)



Les données planétaires SPAM 2010 groupées en nomenclature CECN-ENCA sont fournies en H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\RAW\_DATA\Crops\ **AGRI\_SPAM\_2010\_Prod\_All\_ENCA**



*SPAM 2010 Céréales (tonnes)*

Le carte des céréales 2010 montre à la fois l'intérêt de la modélisation spatiale (dasymétrique) et la précision géométrique qui est acceptable pour des applications planétaires mais limitée pour des échelles plus fines. En ce qui concerne les totalisations statistiques, on retrouve dans l'ensemble les valeurs de FAOSTAT pour la Moldavie, avec néanmoins quelques écarts. Ceux-ci seront ajustés à l'aide des statistiques nationales qui serviront ensuite pour faire des estimations des années 2000 et 2015. Il est clair que ces estimations de Niveau 1 (MOA) appellent des évaluations plus précises. De meilleurs résultats peuvent être obtenus avec des statistiques agricoles localisées, notamment les recensements généraux de l'agriculture. Les estimations à partir de SPAM vont donc essentiellement servir à redistribuer dans l'espace les statistiques nationales agricoles FAOSTAT.

- **Statistiques FAOSTAT**

Aller sur le site de FAOSTAT / Crops <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Ce sont en principes de statistiques fournies par les pays. Elles sont toutefois complétées ou redressées par la FAO en cas de défaut de transmission ou d'anomalie.

- Coefficient de contenu en carbone des récoltes

La littérature fournit des estimations qui sont assez voisines les unes des autres. Pour Kangaré MDA, on utilise des coefficients de matière sèche (biomasse) que l'on divise par 2. Ils sont pris dans une étude récente du CCR/JRC qui présente un outil fournissant un plus grand détail : DataM.

**Figure 7. Extraction of crop biomass by commodity aggregate in EU-28 (2013)**

	Harvested production	Residues, Used	Domestic Extraction Used	Residues, Non-Used	Harvested production	Residues, Used	Domestic Extraction Used	Residues, Non-Used
	1000 T fresh matter				1000 T dry matter			
<b>Agricultural crops</b>	1,603,852	190,913	1,794,765	420,128	620,579	144,150	764,729	303,835
<b>Fodder crops</b>	956,746	0	956,746	0	247,054	0	247,054	0
<b>Total cereals incl. rice</b>	308,380	145,884	454,264	246,641	271,374	128,378	399,752	217,044
<b>Fruits and Vegetables</b>	140,818	4,670	145,488	42,028	31,173	2,184	33,358	19,660
<b>Sugar crops</b>	107,627	29,060	136,686	29,060	25,831	6,974	32,805	6,974
<b>Starchy Roots</b>	53,554	5,355	58,909	48,197	11,414	1,141	12,555	10,272
<b>Total Oilseeds</b>	32,367	5,927	38,294	53,347	29,782	5,457	35,238	49,109
<b>Protein crops</b>	2,989	0	2,989	598	2,690	0	2,690	538
<b>Other crops</b>	836	17	852	150	752	15	767	135
<b>Fibre Crops</b>	536	0	536	107	509	0	509	102

Source: DataM. Elaboration based on original data coming from: DataM – Biomass estimates (v3)

Source DataM –Biomass estimates (v3): a new database to quantify biomass availability in the European Union,

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC96246> Ronzon T, Piotrowski S, Carus M. DataM – Biomass estimates (v3): a new database to quantify biomass availability in the European Union . EUR 27291. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2015. JRC96246



À partir du tableau **DataM** du CCR, les estimations des coefficients de teneur en carbone des statistiques sur les cultures sont les suivantes :

#### 4.1.2 Traitement des données SPAM 2010

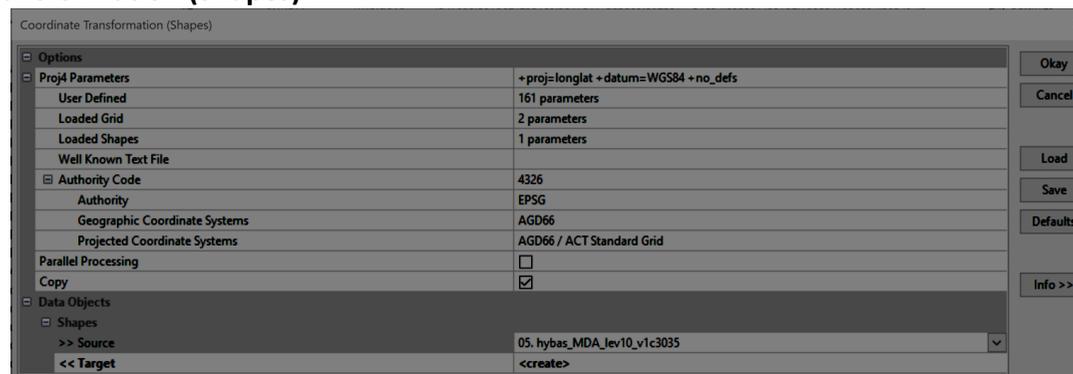
Comme la plupart des données planétaires SPAM est fourni en coordonnées géographiques EPSG:4326. Comme les traitements que nous allons faire n'impliquent pas à ce stade de recouplement avec des grilles projetées, on va travailler DIRECTMENT avec les grilles EPSG:4326. Cela implique qu'il faut également utiliser des **polygones (.shp) dans le même système**, sinon le SIG ne peut pas extraire les valeurs de grilles.

- Préparation du shapefile de calcul

Nous avons besoin d'un fichier shapefile des SELU\_UPSE\_HYB10. On charge dans SAGA :

C:\Users\jlweb\Desktop\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Hydroshed\_HYBAS\_Rivers\hybas\_MDA\_lev10\_v1c3035.shp

Utiliser l'outil **Coordinates Transformation (Shapes)** .



Authority Code : 4326

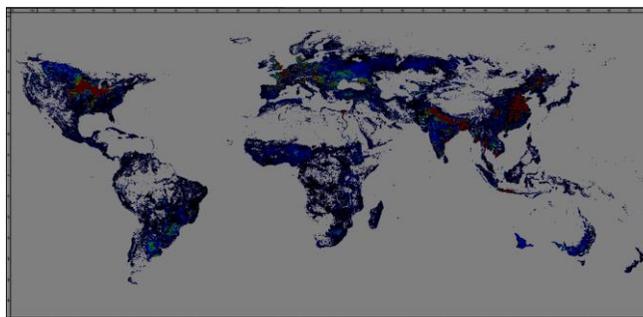
>> Source : **hybas\_MDA\_lev10\_v1c3035** et Okay

Renommer le fichier **CALC\_Agri\_C\_MDA\_H10\_4326** et le sauver sous

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_Agri\_C\_MDA\_H10\_4326.shp

**Ouvrir la table attributaire et effacer tous les champs sauf HYBAS\_ID (de facto l'ID des UPSE...).** On ne calcule pas de surface car on n'en a pas besoin et que, par ailleurs, le résultat serait étrange en degrés carrés...

- **Extraction des données planétaires SPAM 2010 dans CALC\_Agri\_C\_MDA\_H10\_4326**
  - Charger les 10 fichiers SPAM agrégés selon la nomenclature CECN qui sont disponibles dans H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\RAW\_DATA\Crops\AGRI\_SPAM\_2010\_Prod\_All\_ENCA\
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_11CEREAL\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_12ROOTUB\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_13SUGAR\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_14PULSE\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_15OIL\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_16VEGET\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_17FRUIT\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_18ARONUT\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_19FIBRE\_A.sg-grd-z
    - spam2010V2r0\_global\_P\_C3\_199OTHER\_REST\_A.sg-grd-z

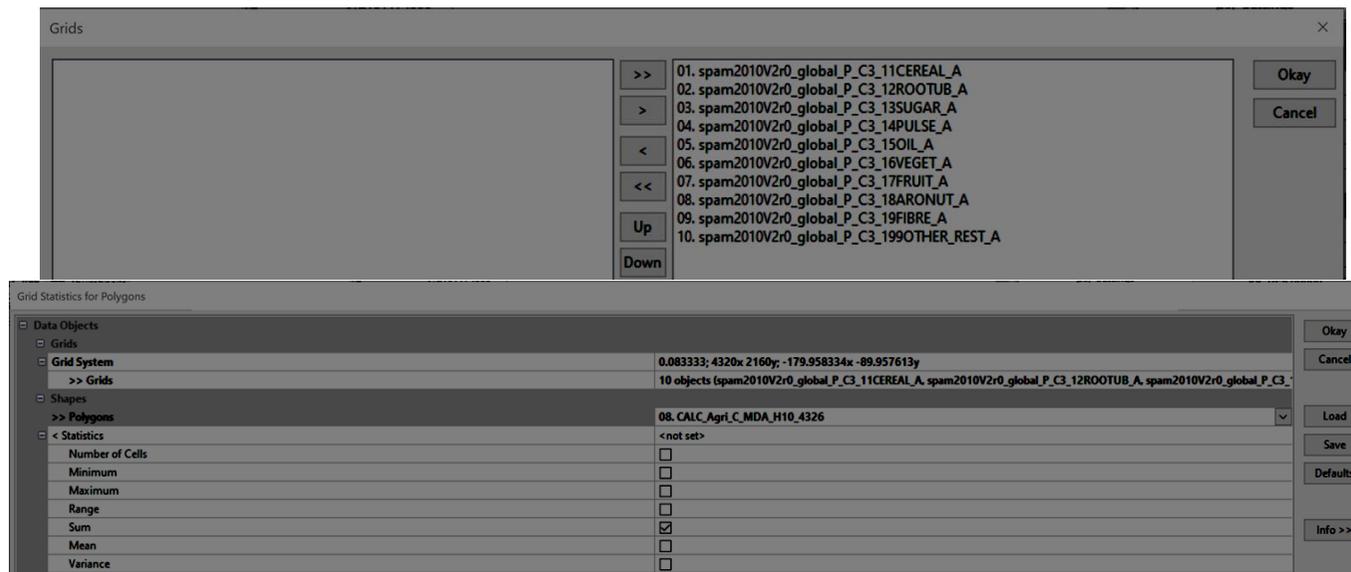


C3\_11CEREAL

- Utiliser **Grid Statistics for Polygons**



Sélectionner toutes les grilles planétaires en veillant qu'elles sont bien dans l'ordre des codes CECN. Si besoin, ajuster avec les boutons Up et Down.



< Statistics : **SUM**  
Sauver le résultat.

### 4.1.3 Créer un fichier tableur CALC\_CropsMDA2000\_2010\_2015.xls (ou .ods)

Dans SAGA, copier la table attributaire de **CALC\_Agri\_C\_MDA\_H10\_4326.shp** avec click droit et **Copy to Clipboard**.

Coller (Ctrl+V) dans le tableur **Feuille [1- SPAM UPSE 2010]**.

Vérifier que les . et , ont été correctement interprétés par le tableur. *[Les calculs suivants sont faits avec LibreOffice CALC version anglaise qui fait le travail sans problème. Coller avec Ctrl+V]*

À l'aide de **Find and Replace** :

- Simplifier les intitulés de colonnes en ne gardant que le nom court CECN (par exemple C3\_11CEREAL)

	A	B	C	D	E
1	HYBAS_ID	spam2010V2r0_global_P_C3_11CEREAL_A (SUM)	spam2010V2r0_global_P_C3_12ROOTUB_A (SUM)	spam2010V2r0_global_P_C3_13SUGAR_A (SUM)	spam2010V2r0_global_P_C
2	2101174000	2256.200015	415.399998	4.1	
3	2100520670	6999.500061	1373.000031	63.3	
4	2100519090	7348.299927	1028.799988	21.4	
5	2100519230	690.5	182.100006	15.9	
6	2101172190	25532.699707	1865.100037	0	
7	2100516590	0	0	0	
8	2100516490	10050.100009	2120.299927	0	

et

Find and Replace

Find: spam2010V2r0\_global\_P\_

Match case  Formatted display  Entire cells  All sheets

Replace:

Find All Find Previous Find Next Replace Replace All

Find and Replace

Find: A (SUM)

Match case  Formatted display  Entire cells  All sheets

Replace:

Find All Find Previous Find Next Replace Replace All

- Remplacer les No-Data (-99999 dans SAGA) par des 0

Find and Replace

Find: -99999

Match case  Formatted display  Entire cells  All sheets

Replace: 0

Find All Find Previous Find Next Replace Replace All

**Other options**

Current selection only  Replace backwards

Wildcards  Cell Styles

Regular expressions

Similarity search Similarities...

Diacritic-sensitive

Direction:  Rows  Columns Search in: Formulas

Help Close

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
2	2101174000	2256	415	4	19	421	343	88	0	0	5
3	2100520670	7000	1373	63	116	1130	1539	651	0	0	14
4	2100519090	7348	1029	21	104	1447	2249	500	0	1	19
5	2100519230	691	182	16	25	452	455	550	0	0	84
6	2101172190	25533	1865	0	253	3093	4624	16898	35	0	21
7	2100516590	0	0	0	0	340	0	197	0	0	77
8	2100516490	19059	2130	0	200	4612	2736	923	1	1	150
9	2101169860	5236	813	23	84	1586	1872	643	0	0	133
10	2100512130	5883	649	2	72	1298	1024	196	0	0	17
11	2100511970	5945	651	0	64	1296	915	173	0	0	17

#### 4.1.4 Calcul des récoltes agricoles nettes pour 2000 et 2015

Le calcul va consister à estimer des coefficients moyens de variation 2010/2000 et 2015/2010 de chaque groupe de récoltes à partir des statistiques agricoles de la Moldavie rapportées à la FAO (et complétées ou corrigées par celle-ci). Au préalable, on ajustera le niveau des valeurs 2010 calculées sur celles de FAOSTAT. Finalement, les valeurs en tonnes de produits agricoles seront convertie en tonnes de biocarbone.

- Télécharger les données de la République de Moldova pour 2000, 2010 et 2015
  - Aller sur le site de FAOSTAT / Crops <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

The screenshot shows the FAOSTAT web interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main content area is divided into several sections: 'COUNTRIES', 'ELEMENTS', 'ITEMS', and 'YEARS'. The 'COUNTRIES' section has 'Republic of Moldova' selected. The 'ELEMENTS' section has 'Production Quantity' selected. The 'ITEMS' section has 'Cereals, Total + (Total)', 'Fruit Primary + (Total)', 'Oilcrops + (Total)', 'Oilcrops, Cake Equivalent + (Total)', and 'Oilcrops, Oil Equivalent + (Total)' selected. The 'YEARS' section has a grid of years from 2000 to 2019, with 2018, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001, and 2000 selected. At the bottom, there are options for 'Output Type' (Table, Pivot, CSV, XLS), 'File Type', 'Thousand Separator in 'Show Data'', and 'Output Formatting Options' (Flags, Codes, Units, Null Values). A 'Show Data' button is highlighted in blue.

- Sélectionner Republic of Moldova
- Production quantity
- ITEM AGGREGATED → Sélectionner seulement les rubriques avec la mention **+ (Total)**
- Les années (au minimum, 2000, 2010 et 2015 – mais on peut prendre la série annuelle 2000 à 2019..)
- Et en bas de l'écran
  - Output type: Pivot
  - File Type : XLS
  - Output formatting options : ne garder que Codes (on sait que les unités sont des tonnes et les Flags qui renseignent si la donnée est une statistique nationale ou une estimation de la FAO elle-même ne nous est pas utile ce stade)
- Vérifier avec  que l'on a bien ce que l'on veut puis 

- Ouvrir le fichier XLS téléchargé (avec MExcel ou LibreOffice) et le sauvegarder sous H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\FAOSTAT\_data\_5-26-2021\_CropsMDA.xlsx [ou .ods]. Il pourra resservir.

NB : LE FICHER EST ÉGALEMENT DISPONIBLE DANS INPUT DATA\Carbon

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	20
1			2000 [2000]	2001 [2001]	2002 [2002]	2003 [2003]	2004 [2004]	2005 [2005]	2006 [2006]	2007 [2007]	2008 [2008]	2009 [2009]	2010 [2010]	2011 [2011]	2012 [2012]	2013 [2013]	20
2			Value	Va													
3	Production [5510]	Cereals, Total [1717]	1905097	2550044	2539059	2000680	2942574	2771711	2222357	1825348	3132303	2149173	2386009	2466400	2055650	2654337	
4	Production [5510]	Fruit Primary [1738]	983066	852352	982619	1348048	1154921	939745	876522	911690	1062121	1085129	895853	1043352	930164	1073901	
5	Production [5510]	Oilcrops [1731]	281296	268250	331051	416568	376462	399948	466581	229466	525452	402538	529639	558602	403319	612794	
6	Production [5510]	Oilcrops, Cake Equivalent [1841]	136078	129670	159748	202926	189943	209391	245724	125020	277967	213911	289105	294562	212652	314532	
7	Production [5510]	Oilcrops, Oil Equivalent [1732]	112620	107668	132809	166117	145070	148794	172742	83908	199201	151660	190603	209345	152501	234902	
8	Production [5510]	Pulses, Total [1726]	29495	77600	48164	30245	51086	64500	65012	13735	35825	26403	36125	31816	17179	24702	
9	Production [5510]	Roots and Tubers, Total [1720]	329972	384827	325196	302800	317677	378223	376955	199372	271039	260897	279650	350822	182033	239464	
10	Production [5510]	Sugar Crops Primary [1723]	943463	1084955	1129380	656800	911264	991197	1177305	612298	960712	337442	837624	588634	587019	1009038	
11	Production [5510]	Treenuts, Total [1729]	8678	10344	16198	20108	19879	15169	12534	11758	15379	11229	12983	15616	10662	14488	
12	Production [5510]	Vegetables Primary [1735]	365889	450333	398697	362979	317163	391322	477209	224019	378431	309885	342989	363540	234541	292094	

Comme on le voit, les colonnes A et B et la ligne 2 sont inutiles → les supprimer.

- Supprimer également les lignes 5 et 6 qui sont des manières alternatives de mesurer les produits oléagineux, que l'on n'utilise pas. On notera que seulement 8 des 10 catégories CECN agrégées sont cultivées en Moldavie. Introduire les codes CECN et sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_CropsMDA2000\_2010\_2015.xls [ou .ods].

Ne conserver que les colonnes 2000, 2010 et 2015. Introduire les codes CECN et ajouter deux lignes pour les récoltes manquantes en KMDA (Fibre et Other\_rest)

	A	B	C	D	E
1	Items Aggreg	ENCA_CECN_CODES	2000	2010	2015
2	Cereals, Total [1717]	C3_11CEREAL	1905097	2386009	2183323
3	Fruit Primary [1738]	C3_17FRUIT	983066	895853	1127640
4	Oilcrops [1731]	C3_15OIL	281296	529639	548833
5	Pulses, Total [1726]	C3_14PULSE	29495	36125	25246
6	Roots and Tubers, Total [1720]	C3_12ROOTUB	329972	279650	158222
7	Sugar Crops Primary [1723]	C3_13SUGAR	943463	837624	537545
8	Treenuts, Total [1729]	C3_18ARONUT	8678	12983	12465
9	Vegetables Primary [1735]	C3_16VEGET	365889	342989	215546
10	Fibre Crops Primary [1753]	C3_19FIBRE	0	0	0
11	Other	C3_199OTHER_REST	0	0	0

Bien veiller à ce que les lignes soient dans l'ordre ascendant des codes CECN et r'ordonner si nécessaire comme ici →



	A	B	C	D	E
1	FAOSTAT Items Aggreg	ENCA_CECN_CODES	2000	2010	2015
2	Cereals, Total [1717]	C3_11CEREAL	1905097	2386009	2183323
3	Roots and Tubers, Total [1720]	C3_12ROOTUB	329972	279650	158222
4	Sugar Crops Primary [1723]	C3_13SUGAR	943463	837624	537545
5	Pulses, Total [1726]	C3_14PULSE	29495	36125	25246
6	Oilcrops [1731]	C3_15OIL	281296	529639	548833
7	Vegetables Primary [1735]	C3_16VEGET	365889	342989	215546
8	Fruit Primary [1738]	C3_17FRUIT	983066	895853	1127640
9	Treenuts, Total [1729]	C3_18ARONUT	8678	12983	12465
10	Fibre Crops Primary [1753]	C3_19FIBRE	0	0	0
11	Other	C3_199OTHER_REST	0	0	0

Renommer Feuille [1] en **1\_FAOSTAT**

Sauver

## Calculs sur tableur des valeurs biocarbone des récoltes agricoles par UPSE

- Dans **CALC\_CropsMDA2000\_2010\_2015.xls [ou .ods]**, ouvrir deux nouvelles feuilles [2] et [3].
- Dans SAGA, copier la table attributaire de **CALC\_Agri\_C\_MDA\_H10\_4326.shp** avec Copy Field to Clipboard. Renommer la Feuille [1] **1\_FAOSTAT**
- Coller dans **CALC\_CropsMDA2000\_2010\_2015.xls [ou .ods]** Feuille [2]. La renommer **2\_SPAM2010\_SELU**. Vérifier que les . et , ont été correctement interprétés par le tableur. *[Les calculs suivants sont faits avec LibreOffice CALC version anglaise qui fait le travail sans problème. Coller avec Ctrl+V]*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
2	2101174000	2256	415	4	19	421	343	88	0	0	5
3	2100520670	7000	1373	63	116	1130	1539	651	0	0	14
4	2100519090	7348	1029	21	104	1447	2249	500	0	1	19
5	2100519230	691	182	16	25	452	455	550	0	0	84
6	2101172190	25533	1865	0	253	3093	4624	16898	35	0	21
7	2100518590	0	0	0	0	340	0	197	0	0	77
8	2100516490	19059	2130	0	200	4612	2736	923	1	1	150
9	2101169860	5236	813	23	84	1586	1872	643	0	0	133
10	2100512130	5883	649	2	72	1298	1024	196	0	0	17
11	2100511970	5945	651	0	64	1296	915	173	0	0	17
12	2100517710	19316	141	0	301	2965	384	3362	48	0	22
13	2100517620	8034	225	0	80	1772	913	3751	31	0	136
14	2101170270	0	0	0	0	621	0	395	0	0	119
15	2100506650	8152	888	0	100	1897	1123	253	0	0	23
16	2100505110	9384	1015	0	112	2157	1291	284	0	0	28
17	2101168830	0	0	0	0	118	0	197	0	0	38
18	2101168730	7290	890	9	85	1970	1549	934	1	0	125
19	2100499720	13924	1498	0	176	3258	1912	441	0	1	42
20	2100513250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2100513150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2100513530	0	0	0	0	230	0	197	0	0	54

Faire la somme (SUM) des colonnes et copier la feuille [2]. La coller en feuille [3] comme **Unformatted text** (ou Paste Values). Ne conserver que la première ligne et le total. Copier la zone et faire un Coller Spécial (**Paste Special**) avec **Transpose**. Renommer l'onglet de la Feuille [3] 3\_SPAM2010\_MDA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
321	SUM_MDA	3552390	675911	778910	53685	688699	505035	1143237	5820	118	16532
322											
323	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
324	SPAM2010_MDA	3552390	675911	778910	53685	688699	505035	1143237	5820	118	16532
325											
326	CROPS	SPAM2010_MDA									
327	C3_11CEREAL	3552390									
328	C3_12ROOTUB	675911									
329	C3_13SUGAR	778910									
330	C3_14PULSE	53685									
331	C3_15OIL	688699									
332	C3_16VEGET	505035									
333	C3_17FRUIT	1143237									
334	C3_18ARONUT	5820									
335	C3_19FIBRE	118									
336	C3_199OTHER	16532									

- Ouvrir une nouvelle feuille et la renommer 4\_Coeff\_Change. Y copier côte à côte les données des récoltes des feuilles 1 et 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	FAO STAT Items Aggreg	ENCA_CECN_CODES	2000	2010	2015		CROPS	SPAM2010_MDA
2	Cereals, Total [1717]	C3_11CEREAL	1905097	2386009	2183323		C3_11CEREAL	3552390
3	Roots and Tubers, Total [1720]	C3_12ROOTUB	329972	279650	158222		C3_12ROOTUB	675911
4	Sugar Crops Primary [1723]	C3_13SUGAR	943463	837624	537545		C3_13SUGAR	778910
5	Pulses, Total [1726]	C3_14PULSE	29495	36125	25246		C3_14PULSE	53685
6	Oilcrops [1731]	C3_15OIL	281296	529639	548833		C3_15OIL	688699
7	Vegetables Primary [1735]	C3_16VEGET	365889	342989	215546		C3_16VEGET	505035
8	Fruit Primary [1738]	C3_17FRUIT	983066	895853	1127640		C3_17FRUIT	1143237
9	Treenuts, Total [1729]	C3_18ARONUT	8678	12983	12465		C3_18ARONUT	5820
10	Fibre Crops Primary [1753]	C3_19FIBRE	0	0	0		C3_19FIBRE	118
11	Other	C3_199OTHER_REST	0	0	0		C3_199OTHER	16532

- Sur la feuille 4\_Coeff\_Change, calculer les coefficients qui seront utilisés pour estimer les récoltes 2000 et 2010. On calcule successivement (avec les colonnes dans l'ordre de l'exemple):
  - un coefficient d'ajustement pour 2010 STAT/SPAM : **AdjSTAT\_2010 = Colonne D/Colonne H**
  - un coefficient STAT2000/ AdjSTAT\_2010 : **Coeff2000\_10 = Colonne C/ Colonne H x Colonne I**
  - un coefficient STAT2015/ AdjSTAT\_2010 : **Coeff2015\_10 = Colonne E/ Colonne H x Colonne I**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
FAOSTAT Items Aggreg	ENCA_CECN_CODES	2000	2010	2015		CROPS	SPAM2010_MDA	AdjSTAT_2010	Coeff2000_10	Coeff2015_10
Cereals, Total [1717]	C3_11CEREAL	1905097	2386009	2183323		C3_11CEREAL	3552390	0.67166302151569	0.798445	0.915052
Roots and Tubers, Total [1720]	C3_12ROOTUB	329972	279650	158222		C3_12ROOTUB	675911	0.4137380854042	1.179946	0.565786
Sugar Crops Primary [1723]	C3_13SUGAR	943463	837624	537545		C3_13SUGAR	778910	1.07537927956246	1.126356	0.641750
Pulses, Total [1726]	C3_14PULSE	29495	36125	25246		C3_14PULSE	53685	0.672901757888964	0.816471	0.698851
Oilcrops [1731]	C3_15OIL	281296	529639	548833		C3_15OIL	688699	0.769042342657894	0.531109	1.036240
Vegetables Primary [1735]	C3_16VEGET	365889	342989	215546		C3_16VEGET	505035	0.679138795731411	1.066766	0.628434
Fruit Primary [1738]	C3_17FRUIT	983066	895853	1127640		C3_17FRUIT	1143237	0.783611260876509	1.097352	1.258733
Treenuts, Total [1729]	C3_18ARONUT	8678	12983	12465		C3_18ARONUT	5820	2.23075602026166	0.668413	0.960102
Fibre Crops Primary [1753]	C3_19FIBRE	0	0	0		C3_19FIBRE	118	0	0.000000	0.000000
Other	C3_199OTHER_REST	0	0	0		C3_199OTHER	16532	0	0.000000	0.000000
						Formule pour C3_11CEREAL		=D2/H2	=C2/(H2*I2)	=E2/(H2*I2)

- Sur la feuille **4\_Coeff\_Change** également, introduire les coefficients de conversion de tonnes\_statistiques en tonnes\_carbone fournis dans le fichier H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\SPAM-FAO-ENCA\_CLASSIF.xlsx, onglet **ENCA\_cropsC, carbon Content**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																																																																																																											
FAOSTAT ID	FAOSTAT NAME	ENCA_CD	ENCA_short	Crops stat to dry biomass	Carbon content	Figure 7. Extraction of crop biomass by commodity aggregate in EU-28 (2013)																																																																																																																		
1717	Cereals	C3_11	C3_11CEREAL	0.87987013	0.4	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">1000 T fresh matter</th> <th colspan="4">1000 T dry matter</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Arable crops</th> <th>Perennial crops</th> <th>Other crops</th> <th>Total</th> <th>Arable crops</th> <th>Perennial crops</th> <th>Other crops</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agricultural crops</td> <td>1,609,651</td> <td>180,913</td> <td>1,794,765</td> <td>426,128</td> <td>620,579</td> <td>144,150</td> <td>764,729</td> <td>309,835</td> </tr> <tr> <td>Fodder crops</td> <td>956,746</td> <td>0</td> <td>956,746</td> <td>0</td> <td>247,054</td> <td>0</td> <td>247,054</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total cereals incl. rice</td> <td>308,380</td> <td>145,884</td> <td>454,264</td> <td>246,641</td> <td>271,374</td> <td>128,378</td> <td>399,752</td> <td>217,044</td> </tr> <tr> <td>Fruits and Vegetables</td> <td>140,818</td> <td>4,670</td> <td>145,488</td> <td>42,028</td> <td>31,173</td> <td>2,184</td> <td>33,358</td> <td>19,660</td> </tr> <tr> <td>Sugar crops</td> <td>107,627</td> <td>29,060</td> <td>136,686</td> <td>29,060</td> <td>25,831</td> <td>6,974</td> <td>32,805</td> <td>6,974</td> </tr> <tr> <td>Starchy Roots</td> <td>53,554</td> <td>5,355</td> <td>58,909</td> <td>48,197</td> <td>11,414</td> <td>1,141</td> <td>12,555</td> <td>10,272</td> </tr> <tr> <td>Total Oilseeds</td> <td>32,367</td> <td>5,927</td> <td>38,294</td> <td>53,347</td> <td>29,782</td> <td>5,457</td> <td>35,238</td> <td>49,109</td> </tr> <tr> <td>Protein crops</td> <td>2,989</td> <td>0</td> <td>2,989</td> <td>598</td> <td>2,690</td> <td>0</td> <td>2,690</td> <td>538</td> </tr> <tr> <td>Other crops</td> <td>836</td> <td>17</td> <td>852</td> <td>150</td> <td>752</td> <td>15</td> <td>767</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>Fibre Crops</td> <td>536</td> <td>0</td> <td>536</td> <td>107</td> <td>509</td> <td>0</td> <td>509</td> <td>102</td> </tr> </tbody> </table>								1000 T fresh matter				1000 T dry matter					Arable crops	Perennial crops	Other crops	Total	Arable crops	Perennial crops	Other crops	Total	Agricultural crops	1,609,651	180,913	1,794,765	426,128	620,579	144,150	764,729	309,835	Fodder crops	956,746	0	956,746	0	247,054	0	247,054	0	Total cereals incl. rice	308,380	145,884	454,264	246,641	271,374	128,378	399,752	217,044	Fruits and Vegetables	140,818	4,670	145,488	42,028	31,173	2,184	33,358	19,660	Sugar crops	107,627	29,060	136,686	29,060	25,831	6,974	32,805	6,974	Starchy Roots	53,554	5,355	58,909	48,197	11,414	1,141	12,555	10,272	Total Oilseeds	32,367	5,927	38,294	53,347	29,782	5,457	35,238	49,109	Protein crops	2,989	0	2,989	598	2,690	0	2,690	538	Other crops	836	17	852	150	752	15	767	155	Fibre Crops	536	0	536	107	509	0	509	102
	1000 T fresh matter				1000 T dry matter																																																																																																																			
	Arable crops	Perennial crops	Other crops	Total	Arable crops	Perennial crops	Other crops	Total																																																																																																																
Agricultural crops	1,609,651	180,913	1,794,765	426,128	620,579	144,150	764,729	309,835																																																																																																																
Fodder crops	956,746	0	956,746	0	247,054	0	247,054	0																																																																																																																
Total cereals incl. rice	308,380	145,884	454,264	246,641	271,374	128,378	399,752	217,044																																																																																																																
Fruits and Vegetables	140,818	4,670	145,488	42,028	31,173	2,184	33,358	19,660																																																																																																																
Sugar crops	107,627	29,060	136,686	29,060	25,831	6,974	32,805	6,974																																																																																																																
Starchy Roots	53,554	5,355	58,909	48,197	11,414	1,141	12,555	10,272																																																																																																																
Total Oilseeds	32,367	5,927	38,294	53,347	29,782	5,457	35,238	49,109																																																																																																																
Protein crops	2,989	0	2,989	598	2,690	0	2,690	538																																																																																																																
Other crops	836	17	852	150	752	15	767	155																																																																																																																
Fibre Crops	536	0	536	107	509	0	509	102																																																																																																																
1720	Roots and Tubers	C3_12	C3_12ROOTUB	0.20754717	0.1																																																																																																																			
1723	Sugar Crops	C3_13	C3_13SUGAR	0.242990654	0.1																																																																																																																			
1726	Pulses	C3_14	C3_14PULSE	0.896551724	0.4																																																																																																																			
1731	Oilcrops	C3_15	C3_15OIL	0.90625	0.5																																																																																																																			
1735	Vegetables	C3_16	C3_16VEGET	0.221428571	0.1																																																																																																																			
1738	Fruits	C3_17	C3_17FRUIT	0.221428571	0.1																																																																																																																			
1740	AromaticsNuts*	C3_18	C3_18ARONUT	0.90625	0.5																																																																																																																			
1753	Fibre Crops**	C3_19	C3_19FIBRE	0.949626866	0.5																																																																																																																			
	SPAM OTHER	C3_199	C3_199OTHER_REST		0.3																																																																																																																			
	* Aromatics and nuts are grouped																																																																																																																							
	** Rubber is grouped with fibres																																																																																																																							

Carbone de 2000 et

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
FAOSTAT Items Aggreg	ENCA_CECN_CODES	2000	2010	2015		CROPS	SPAM2010_MDA	AdjSTAT_2010	Coeff2000_10	Coeff2015_10	Carbon content
Cereals, Total [1717]	C3_11CEREAL	1905097	2386009	2183323		C3_11CEREAL	3552390	0.67166302151569	0.798445	0.915052	0.5
Roots and Tubers, Total [1720]	C3_12ROOTUB	329972	279650	158222		C3_12ROOTUB	675911	0.4137380854042	1.179946	0.565786	0.3
Sugar Crops Primary [1723]	C3_13SUGAR	943463	837624	537545		C3_13SUGAR	778910	1.07537927956246	1.126356	0.641750	0.3
Pulses, Total [1726]	C3_14PULSE	29495	36125	25246		C3_14PULSE	53685	0.672901757888964	0.816471	0.698851	0.3
Oilcrops [1731]	C3_15OIL	281296	529639	548833		C3_15OIL	688699	0.769042342657894	0.531109	1.036240	0.5
Vegetables Primary [1735]	C3_16VEGET	365889	342989	215546		C3_16VEGET	505035	0.679138795731411	1.066766	0.628434	0.3
Fruit Primary [1738]	C3_17FRUIT	983066	895853	1127640		C3_17FRUIT	1143237	0.783611260876509	1.097352	1.258733	0.6
Treenuts, Total [1729]	C3_18ARONUT	8678	12983	12465		C3_18ARONUT	5820	2.23075602026166	0.668413	0.960102	0.5
Fibre Crops Primary [1753]	C3_19FIBRE	0	0	0		C3_19FIBRE	118	0	0.000000	0.000000	0.0
Other	C3_199OTHER_REST	0	0	0		C3_199OTHER	16532	0	0.000000	0.000000	0.3
						Formule pour C3_11CEREAL		=D2/H2	=C2/(H2*I2)	=E2/(H2*I2)	



- On peut calculer maintenant par multiplication les Coefficients 2000 et 2015 convertis en carbone :
  - CC\_2000\_10 = Colonne J x Colonne L
  - CC\_2015\_10 = Colonne K x Colonne L
- Insérer une colonne avec les intitulés CECN des récoltes (CROPS), copier les colonnes M et N et les coller avec Paste Special/ Values-Text.
- Copier la zones O:11 à Q:11 et la coller en bas de tableau avec Paste Special/ Transpose.

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	CROPS	SPAM2010_MDA	AdjSTAT_2010	Coeff2000_10	Coeff2015_10	Carbon content	CC_2000_10	CC_2015_10	CROPS	CC_2000_10	CC_2015_10
	C3_11CEREAL	3552390	0.67166302151569	0.798445	0.915052	0.5	0.365309471	0.418660347	C3_11CEREAL	0.365309471	0.418660347
	C3_12ROOTUB	675911	0.4137380854042	1.179946	0.565786	0.3	0.33379845	0.160056788	C3_12ROOTUB	0.33379845	0.160056788
	C3_13SUGAR	778910	1.07537927956246	1.126356	0.641750	0.3	0.361419415	0.205921376	C3_13SUGAR	0.361419415	0.205921376
	C3_14PULSE	53685	0.672901757888964	0.816471	0.698851	0.3	0.28529573	0.244196508	C3_14PULSE	0.28529573	0.244196508
	C3_15OIL	688699	0.769042342657894	0.531109	1.036240	0.5	0.275178097	0.536896439	C3_15OIL	0.275178097	0.536896439
	C3_16VEGET	505035	0.679138795731411	1.066766	0.628434	0.3	0.335196088	0.197464739	C3_16VEGET	0.335196088	0.197464739
	C3_17FRUIT	1143237	0.783611260876509	1.097352	1.258733	0.6	0.690636693	0.792204756	C3_17FRUIT	0.690636693	0.792204756
	C3_18ARONUT	5820	2.23075602026166	0.668413	0.960102	0.5	0.320871998	0.46089761	C3_18ARONUT	0.320871998	0.46089761
	C3_19FIBRE	118	0	0.000000	0.000000	0.0	0	0	C3_19FIBRE	0	0
	C3_199OTHER	16532	0	0.000000	0.000000	0.3	0	0	C3_199OTHER	0	0
	Formule pour C3_11CEREAL		'=D2/H2	'=C2/(H2*I2)	'=E2/(H2*I2)		'=J2*L2	'=K2*L2		VALUES	VALUES
	CROPS	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER
	CC_2000_10	0.365309471379346	0.333798450228759	0.36141941535	0.285295729697	0.275178097	0.335196088	0.690636693	0.320871998	0	0
	CC_2015_10	0.418660346943158	0.160056787824708	0.205921376487	0.244196507609	0.536896439	0.197464739	0.792204756	0.46089761	0	0

Nous avons maintenant les coefficients que nous allons appliquer aux données SPAM2010 par UPSE pour estimer les quantités de biocarbone des récoltes agricoles.

- Ouvrir une nouvelle feuille et la renommer **5\_BioC\_AgriCrops2000\_2015\_CALC**
  - Y copier d'abord le contenu de la feuille 2\_SPAM2010\_SELU
  - Insérer trois lignes sous la ligne 1. Y copier les coefficients CC\_2000\_10 et CC\_2015\_10 que nous venons juste de calculer. Vérifier le bon alignement.
  - Préparer les colonnes pour 2000 et 2015. On garde juste les codes CECN avec 2 lettres et 00 et puis avec 15 pour éviter des libellés de plus de 10 caractères :

C3_11CE00	C3_12RT00	C3_13SU00	C3_14PU00	C3_15OL00	C3_16VG00	C3_17FR00	C3_18AN00	C3_19FI00	C3_199O00
C3_11CE15	C3_12RT15	C3_13SU15	C3_14PU15	C3_15OL15	C3_16VG15	C3_17FR15	C3_18AN15	C3_19FI15	C3_199O15

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER	C3_11CE00	C3_12RT00	C3_13SU00	C3_14PU00	C3_15OL00	C3_16VG00	C3_17FR00	C3_18AN00	C3_19FI00	C3_1990	
2	CROPS	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER											
3	CC_2000_10	0.3653094714	0.33379845023	0.3614194153	0.28529573	0.2751781	0.335196088	0.690636693	0.32087199817	0	0											
4	CC_2015_10	0.4186603469	0.16005678782	0.2059213765	0.244196508	0.5368964	0.197464739	0.792204756	0.46089760973	0	0											
5	2101174000	2256	415	4	19	421	343	88	0	0	5											
6	2100520670	7000	1373	63	116	1130	1539	651	0	0	14											
7	2100519090	7348	1029	21	104	1447	2249	500	0	1	19											
8	2100519230	691	182	16	25	452	455	550	0	0	84											
9	2101172190	25533	1865	0	253	3093	4624	16898	35	0	21											
10	2100516590	0	0	0	0	340	0	197	0	0	77											

○ Procéder aux calculs

- Cellule L:5 [C3\_11\_00], taper la formule =B\$3\*B5. L'indication \$ signifie que ce sont toujours des coefficients de la ligne 3 (2000) qui vont être utilisés. Pour la cellule équivalente de 2015, V:5 [C3\_11\_15], la formule sera =B\$4\*B5 (avec des coefficients de la ligne 4).
- On peut étendre les formules 2000, puis 2015, à l'ensemble des produits et des HYBAS\_UPSE.

L5:AA26    fx    =B\$3\*B5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1	HYBAS_ID	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER	C3_11CE00	C3_12RT00	C3_13SU00	C3_14PU00	C3_15OL00	C3_16VG00	C3_17FR00	C3_18AN00	C3_19FI00	C3_1990	
2	CROPS	C3_11CEREAL	C3_12ROOTUB	C3_13SUGAR	C3_14PULSE	C3_15OIL	C3_16VEGET	C3_17FRUIT	C3_18ARONUT	C3_19FIBRE	C3_199OTHER											
3	CC_2000_10	0.3653094714	0.33379845023	0.3614194153	0.28529573	0.2751781	0.335196088	0.690636693	0.32087199817	0	0											
4	CC_2015_10	0.4186603469	0.16005678782	0.2059213765	0.244196508	0.5368964	0.197464739	0.792204756	0.46089760973	0	0											
5	2101174000	2256	415	4	19	421	343	88	0	0	5	824	139	1	5	116	115	61				
6	2100520670	7000	1373	63	116	1130	1539	651	0	0	14	2557	458	23	33	311	516	449				
7	2100519090	7348	1029	21	104	1447	2249	500	0	1	19	2684	343	8	30	398	754	345				
8	2100519230	691	182	16	25	452	455	550	0	0	84	252	61	6	7	124	153	380				
9	2101172190	25533	1865	0	253	3093	4624	16898	35	0	21	9327	623	0	72	851	1550	11670				
10	2100516590	0	0	0	0	340	0	197	0	0	77	0	0	0	0	93	0	136				
11	2100516490	19059	2130	0	200	4612	2736	923	1	1	150	6962	711	0	57	1269	917	637				
12	2101169860	5236	813	23	84	1586	1872	643	0	0	133	1913	271	8	24	436	627	444				
13	2100512130	5883	649	2	72	1298	1024	196	0	0	17	2149	217	1	20	357	343	135				
14	2100511970	5945	651	0	64	1296	915	173	0	0	17	2172	217	0	18	357	307	120				
15	2100517710	19316	141	0	301	2965	384	3362	48	0	22	7056	47	0	86	816	129	2322				
16	2100517620	8034	225	0	80	1772	913	3751	31	0	136	2935	75	0	23	488	306	2591				
17	2101170270	0	0	0	0	621	0	395	0	0	119	0	0	0	0	171	0	273				
18	2100506650	8152	888	0	100	1897	1123	253	0	0	23	2978	296	0	29	522	376	174				
19	2100505110	9384	1015	0	112	2157	1291	284	0	0	28	3428	339	0	32	594	433	196				
20	2101168830	0	0	0	0	118	0	197	0	0	38	0	0	0	0	32	0	136				
21	2101168730	7290	890	9	85	1970	1549	934	1	0	125	2663	297	3	24	542	519	645				

● Ouvrir une nouvelle feuille et la renommer **6\_BioC\_AgriCrops2000\_2015**

- Copier **5\_BioC\_AgriCrops2000\_2015\_CALC** et la coller dans la nouvelle feuille avec **Paste Special Text+Values**. C'est la table de données que nous allons utiliser par la suite, à la fois avec les shapefiles et pour la synthèse des comptes.
- Effacer les lignes [2 à 4] et colonnes inutiles [B à K] →

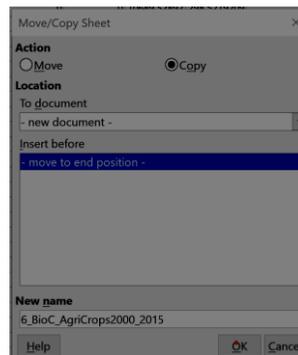


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
	HYBAS_ID	C3_11_00	C3_12_00	C3_13_00	C3_14_00	C3_15_00	C3_16_00	C3_17_00	C3_18_00	C3_19FIBRE	C3_199_00	C3_11_15	C3_12_15	C3_13_15	C3_14_15	C3_15_15	C3_16_15	C3_17_15	C3_18_15	C3_19FIBRE	C3_199_15	
1																						
2	2101174000	824.2112348	138.6598756	1.481819603	5.47767801	115.7399015	114.8381797	61.0522823	0	0	0	944.5814811	66.48758934	0.844277644	4.688572946	225.81863	67.65141965	70.03089885	0	0	0	
3	2100520670	2556.983667	458.3052825	22.87784899	33.12283479	310.9237389	515.8332677	449.4663724	0	0	0	2930.413124	219.7579746	13.03482313	28.35121502	606.6392995	303.8784919	515.5668695	0	0	0	
4	2100519090	2684.403562	343.4118416	7.734375488	29.5851686	398.1001401	753.9900882	345.3874144	0	0	0	3076.441797	164.6664214	4.406717457	25.32317906	776.7280523	444.1771891	396.1816033	0	0	0	
5	2100519230	252.24619	60.78469979	5.746568704	7.046804809	124.3254622	152.6482964	379.5739307	0	0	0	289.0849696	29.14634202	3.274149886	6.031653982	242.5698069	89.92544105	435.3957387	0	0	0	
6	2101172190	9327.337033	622.5675019	0	72.20834862	851.1533498	1549.94669	11670.3785	11.10217082	0	0	10689.52892	298.5219209	0	61.80613559	1660.67433	913.0769421	13386.67558	15.94705684	0	0	
7	2100516590	0	0	0	0	93.42296408	0	136.2626216	0	0	0	0	0	0	0	182.2763411	0	156.3020007	0	0	0	
8	2100516490	6962.469782	711.0908142	0	57.03061779	1269.093849	916.9286985	637.4576678	0.320871998	0	0	7979.289459	340.9689634	0	48.81489309	2476.110352	540.1647941	731.2049898	0.46089761	0	0	
9	2101169860	1912.723825	271.2446126	8.131936845	24.05043087	436.4875183	627.453565	443.7240857	0	0	0	2192.06367	330.0621419	4.633230971	20.58576632	851.625171	369.6342501	508.9915676	0	0	0	
10	2100512130	2148.969532	216.5684305	0.686696889	20.48423197	357.2087153	343.2072825	135.0885413	0	0	0	2462.811398	103.844842	0.391250615	17.53330803	696.9453203	202.1841512	154.955255	0	0	0	
11	2100511970	2171.691852	217.2360274	0	18.20186727	356.6308143	306.7044204	119.5492157	0	0	0	2488.852153	104.1649556	0	15.57973694	695.8177852	180.6802364	137.130648	0	0	0	
12	2100517710	7056.244616	47.2324787	0	85.73136677	815.8480368	128.5812173	2322.05874	15.46603063	0	0	8086.759448	22.64803452	0	73.38105054	1591.790589	75.74747278	2663.550899	22.21526525	0	0	
13	2100517620	2934.932681	74.93775208	0	22.85218738	487.6981303	305.9334735	2590.647304	9.979119143	0	0	3363.55893	35.93274887	0	19.56013977	951.5415361	180.2260698	2971.639265	14.33391566	0	0	
14	2101170270	0	0	0	0	170.7755248	0	272.5252433	0	0	0	0	0	0	0	333.1979253	0	312.6040015	0	0	0	
15	2100506650	2977.966155	296.3462701	0	28.55810311	522.0679066	376.3246419	174.4548328	0	0	0	3412.877139	142.0984191	0	24.4440709	1018.599964	221.6936592	200.1109261	0	0	0	
16	2100505110	3428.027513	338.8388088	0	32.09576845	593.6417231	432.8051927	195.9336381	0	0	0	3928.666789	162.4736463	0	27.47210613	1158.246715	254.9664736	224.7484988	0	0	0	
17	2101168880	0	0	0	0	32.44349824	0	136.2626216	0	0	0	0	0	0	0	63.30009125	0	156.3020007	0	0	0	
18	2101168730	2863.252134	296.9470933	3.397342504	24.19307873	542.0458194	519.1852286	644.8474784	0.192523199	0	0	3052.201352	142.3865146	1.935660939	20.70786458	1057.578612	305.8531993	739.6815783	0.276538566	0	0	
19	2100499720	5086.715167	499.9966966	0	50.26910786	896.4476914	640.760854	304.6398288	0	0	0	5829.594094	239.7490615	0	43.02742488	1749.047530	377.4736028	349.4414989	0	0	0	
20	2100513250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	2100513150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	2100513530	0	0	0	0	63.34599721	0	136.2626216	0	0	0	0	0	0	0	123.5935587	0	156.3020007	0	0	0	
23	2100513520	1868.557946	70.39809616	0	19.11481446	223.6097154	1181.398612	3083.140344	0	0	0	2141.447675	33.75597799	0	16.3611665	436.2820336	695.9644733	3536.560493	0	0	0	
24	2100511250	4238.466575	431.9685868	0.686696889	37.31688002	880.2947252	562.2243942	515.9056098	0.160435999	0	0	4857.464768	207.129495	0.391250615	31.94090197	1717.531692	331.2076047	591.7769528	0.230448805	0	0	

Sauver !

### 4.1.5 Traitement des résultats des récoltes agricoles nettes 2000 et 2015

- Production d'un fichier .csv des récoltes agricoles que l'on pourra joindre dans SAGA aux shapefiles des UPSE\_SELU
  - Exporter la feuille **6\_BioC\_AgriCrops2000\_2015** en fichier .csv.



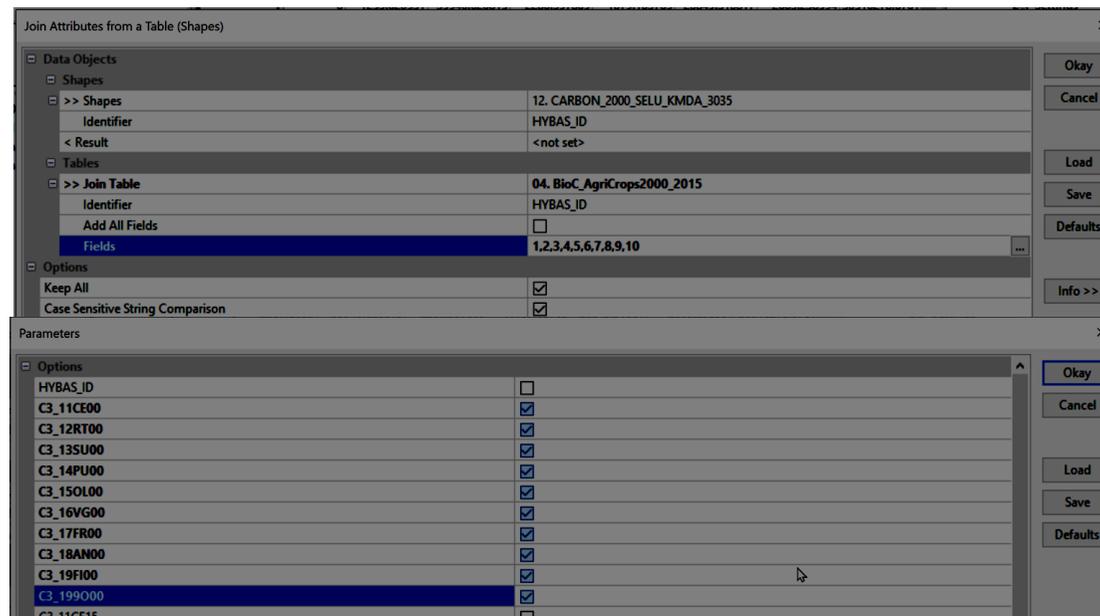
ATTENTION : penser à remplacer Move par Copy.

Location : - new document -

- Sauver le nouveau fichier au format .csv (ou Text CSV) dans  
H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BioC\_AgriCrops2000\_2015.csv
- Jointure des résultats en format .csv avec les fichiers shapefile CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp et CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp
  - Charger dans SAGA H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BioC\_AgriCrops2000\_2015.csv
  - Utiliser l'outil **Join Attributes from a Table (Shapes)** .

## 2000

- Décocher **Add All Fields** et sous Fields, sélectionner **les 10 champs 2000**.



## 2015

Procéder comme pour 2000

## 4.2 Alimentation du cheptel : Pâturage [C3\_3GRAZING], Approvisionnement en aliments pour le bétail (hors pâturage) [C2\_752NetLivFeed] et Fumier [C2\_72MANURE]

Les calculs partent d'une estimation des besoins en nourriture du cheptel dont on déduit les des excréments animaux que l'on considère par simplification comme des retours au sol (fumier/manure). Compte-tenu de la capacité de charge animale du paysage, on en déduit un besoin net d'approvisionnement extérieur.

Les estimations de la teneur en carbone du fumier et de l'herbe pâturée sont effectuées sur la base des unités de gros bétail [UGB] précédemment évaluées pour le calcul des stocks de cheptels. Les valeurs par vache/an ont été estimées à partir de la littérature. Il s'agit d'estimations grossières donnant des ordres de grandeur, sachant qu'en termes très approximatifs, le pâturage durable nécessite un maximum de 2 vaches par hectare. Ces estimations peuvent être améliorées par des calculs espèces par espèce.

### Exemples de sources:

- *Cattle, pig, sheep, duck or horse farmyard manure – total and available nutrients*  
<http://adlib.everysite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?id=2RRVTHNXTS.88UF90DE8XRAN>
- **Standardised calculation methods for animal manure and nutrients 1990-2008, Statistics Netherlands 2012,**  
[http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20\(Air\)/Landbouw%20en%20Natuur%20\(Agriculture%20and%20Nature\)/CBS%20\(2012\)%20Standardised%20calculation%20methods%20for%20animal%20manure%20and%20nutrients%20standard%20data%201990-2008.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20(Air)/Landbouw%20en%20Natuur%20(Agriculture%20and%20Nature)/CBS%20(2012)%20Standardised%20calculation%20methods%20for%20animal%20manure%20and%20nutrients%20standard%20data%201990-2008.pdf)
- [https://www.canr.msu.edu/uploads/files/ManureCharacteristicsMWPS-18\\_1.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/files/ManureCharacteristicsMWPS-18_1.pdf)

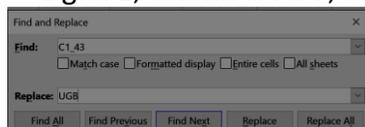
Input values or coefficients		Items per year	kg
Days	36 5	1 cow (livestock unit)	600
<b>Dung/manure</b>			
kg/day	30	Manure	10950
Dung dry matter coeff.	0.1	Dry manure	1095
N content to dry matter	0.2	Manure N content	219
C:N ratio	5	Manure C content	1095
<b>Grazing</b>			
		Grazing	8000
Grass dry biomass to wet	0.5	Grazed grass dry biomass	4000

Grass C content to dry	0.5	Grazed grass C content	2000
------------------------	-----	------------------------	------

Pour l'essentiel, les estimations portent sur le fumier, le fumier sec et la teneur en azote, avec des indications sur le ratio C/N. Enfin, l'ordre de grandeur pour 1 unité de bétail (1 vache de 600 kg) est en termes de contenu en C de 2 tonnes d'herbe pâturée et de 1 tonne d'excréments animaux (fumier/manure).

#### 4.2.1 Estimation des besoins du cheptel en alimentation et des excréments animaux (fumier/manure) : calcul de UGB par UPSE-SELU

- Ouvrir H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_LivestockMDA2000\_2010\_2015.ods (ou xls...)
- Ajouter une feuille **6-Food\_Grazing\_Paturage** et y copier le contenu de la feuille **4-CALC\_Livestock\_2000\_2015**
- Ligne 1, colonnes I à V, remplacer C1\_43 par UGB



	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	C1_435ho10GLW3	C1_436pg10GLW3	C1_437sh10GLW3	UGB1bf00	UGB2ch00	UGB3ct00	UGB4gt00	UGB5ho00	UGB6pg00	UGB7sh00	UGB1bf15	UGB2ch15	UGB3ct15	UGB4gt15	UGB5ho15
2		1.2241	1.8099	1.1574											
3		0.7697	1.2535	0.7080											

- Feuille **L3-Livestock\_coef**, copier les données **UGB\_Uliv** et les coller feuille 6-Food\_Grazing\_Paturage à la ligne 4, à la place des coefficients kg\_BioC (Paste Special/Transpose)
- Nous obtenons automatiquement les nombres d'UGB par SELU\_UPSE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	HYBAS_ID	C1_431bf10GLW3	C1_432ch10GLW3	C1_433ct10GLW3	C1_434gt10GLW3	C1_435ho10GLW3	C1_436pg10GLW3	C1_437sh10GLW3	UGB1bf00	UGB2ch00	UGB3ct00	UGB4gt00	UGB5ho00
2	2000/2010	1.0000	0.5613	1.9085	0.8980	1.2241	1.8099	1.1574					
3	2015/2010	1.0000	1.6438	0.8628	0.9959	0.7697	1.2535	0.7080					
4	UGB_Uliv	0.9000	0.0100	1.0000	0.1700	0.8000	0.3800	0.1500					
5	2101174000	0	9307	872	624	46	1263	625	0	52	1664	95	
6	2100520670	0	21718	1414	679	75	2439	940	0	122	2699	104	
7	2100519090	0	23586	946	587	59	2016	952	0	132	1806	90	
8	2100519230	0	75520	1354	408	141	2263	1960	0	424	2584	62	

Avec le coefficient moyen de 1, le tableau fournit une estimation des excréments animaux (fumier/manure) [C2\_72MANURE].

Avec le coefficient de 2, nous avons une estimation des besoins totaux en nourriture du cheptel, le total de Pâturage [C3\_3GRAZING] +



Approvisionnement en aliments pour le bétail (hors pâturage) [C2\_752NetLivFeed].

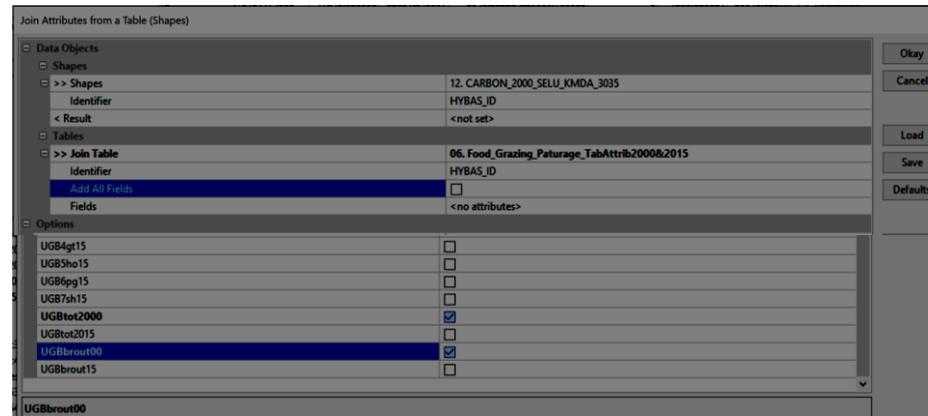
Les estimations sont faites dans la CECN MOA seulement au niveau des totaux. On va donc ajouter deux colonnes avec les totaux: **UGBtot2000** et **UGBtot2015**.

#### 4.2.2 Estimation [rapide] des quantités d'herbe pâturée [C3\_3GRAZING]

Dans une UPSE, la quantité d'herbe pâturée est fonction du cheptel des broutards (bovins, ovins, caprins, équidés principalement), de la surface qu'ils peuvent exploiter et de sa productivité en herbe.

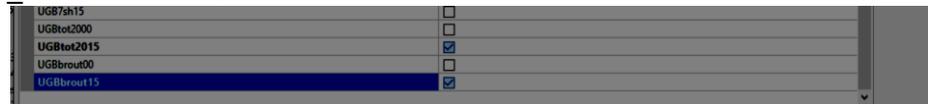
- **Cheptel de broutards (tableur):**

- Dans 6-Food\_Grazing\_Paturage, calculer le sous-total des UGB de broutard 2000 et 2015
  - $UGB_{brout00} = UGB_{1bf00} + UGB_{3ct00} + UGB_{4gt00} + UGB_{5ho00} + UGB_{7sh00}$
  - $UGB_{brout15} = UGB_{1bf15} + UGB_{3ct15} + UGB_{4gt15} + UGB_{5ho15} + UGB_{7sh15}$
- Créer une nouvelle feuille **7-Food\_Grazing\_Paturage\_TabAttrib2000&2015**
  - **Copier le contenu de** 6-Food\_Grazing\_Paturage et le coller sur la feuille 7 avec Paste Special Text+Values
  - Supprimer les lignes 2, 3 et 4. Sauver
  - Exporter la feuille en fichier .csv avec click droit **Move/Copy Sheet**. Sélectionner **Copy** et - **new document** -.
  - Sauver sous  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Food\_Grazing\_Paturage\_TabAttrib2000&2015.csv
- Charger **Food\_Grazing\_Paturage\_TabAttrib2000&2015.csv** dans SAGA
- Joindre les données UGBLivU et UGBbrout 2000 et 2015 respectivement aux fichiers .shp CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035 et CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035. Utiliser l'outil SAGA **Join Attributes from a Table (Shapes)** .
  - **Décocher Add All Fields**
  - **2000** : CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035



Sauver

- **2015** : comme pour 2000 ; sélectionner CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035 et les champs correspondants de Food\_Grazing\_Paturage\_TabAttrib2000&2015



Sauver

### Surface pâturable (SAGA):

- Charger H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Lookup\_LC\_Carbon .csv

### Tableau et cartes des coefficients de pâturage potentiel

- Ouvrir **Lookup\_LC\_Carbon .csv** et ajouter une colonne (**Add Field**) ; la nommer **GrazNPPcoeff**
- Dans GrazNPPcoeff, on va estimer des coefficients que l'on va ensuite appliquer aux différentes catégories de Land Cover pour les multiplier finalement par la NPP (la production annuelle de biomasse). L'hypothèse de départ est que les prairies, pelouses et autres surfaces en herbe, y compris les zones de végétation clairsemée, sont exploitables à hauteur des  $\frac{3}{4}$  de leur NPP. Les paysages composites ont de l'herbe qui peut être pâturée et les terres cultivées sont aussi pâturables pendant quelques mois. L'herbe des

paysages de broussailles représente une fraction de leur NPP (ici, 10%). Pour l'exercice, on utilisera les coefficients suivants (qui ont été introduits manuellement) :

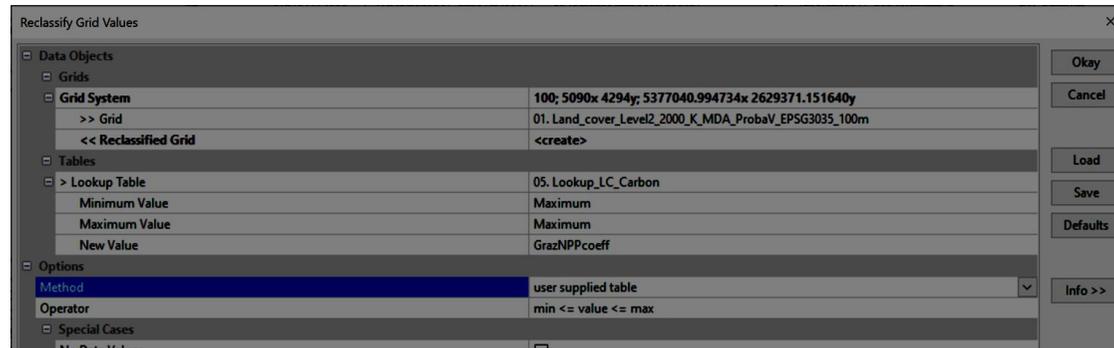
	Color	Name	Description	Minimum	Maximum	Biomass_tha	AgriMask	GrazNPPcoeff
1	249	10 - Urbain/ artificiel	Urbain/ artificiel	10	10	0		0
2	10813439	21 - Terres arables agricoles	Terres arables agricoles	21	21	0	1	0.1
3	11198203	22 - Cultures permanentes	Cultures permanentes	22	22	10	1	0.1
4	449494	23 - Zones agricoles heterogenes	Zones agricoles heterogenes	23	23	10	1	0.4
5	41984	30 - Forets	Forets	30	30	0		0
6	3538842	41 - Paturages et prairies naturelles	Paturages et prairies naturelles	41	41	0		0.75
7	1355150	42 - Broussailles	Broussailles	42	42	10		0.1
8	11118932	43 - Zones naturelles mixtes, transitions	Zones naturelles mixtes, transitions	43	43	10		0.2
9	13031604	44 - Zones de vegetation clairsemee	Zones de vegetation clairsemee	44	44	1		0.75
10	12895428	51 - Terre nue, roches, sable	Terre nue, roches, sable	51	51	0		0
11	16447477	52 - Neige permanente et glaciers	Neige permanente et glaciers	52	52	0		0
12	15436746	61 - Zones humides ouvertes	Zones humides ouvertes	61	61	10		0.2
13	15759360	62 - Eaux interieures	Eaux interieures	62	62	0		0
14	16752448	63 - Eaux cotieres et de transition	Eaux cotieres et de transition	63	63	0		0

### Cartes GrazNPPcoeff

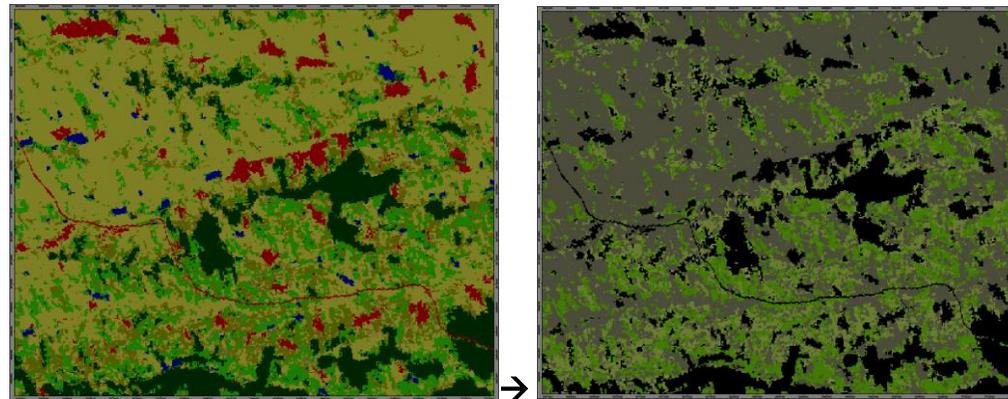
A partir des couches de land cover 2000 et 2015, produire les cartes maillées des coefficients **GrazNPPcoeff**.

### 2000

Utiliser SAGA tool **Reclassify Grid Values** .



>> Grid : Land\_cover\_Level2\_2000\_K\_MDA\_ProbaV\_EPSG3035\_100m  
 Method: user supplied table  
 > Lookup Table: Lookup LC Carbon  
     Minimum Value et Maximum Value = Maximum  
 New Value: GrazNPPcoeff  
 Operator: min <= value <= max (important!)



Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\GrazNPPcoeff\_KMDA\_2000.sg-grd-z

2015

Même procédure que pour 2000.

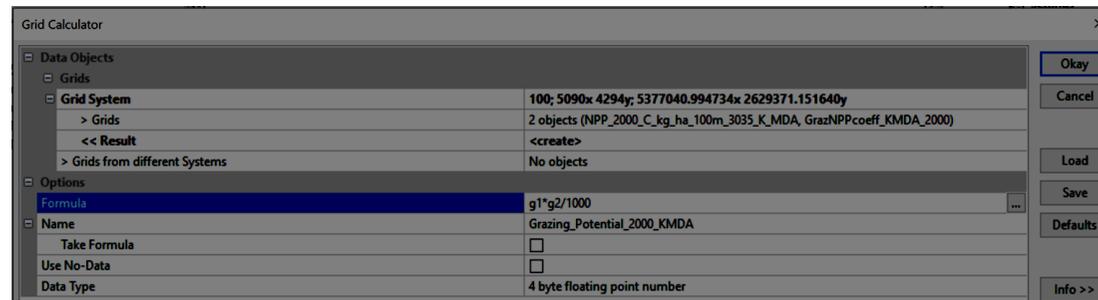
Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\GrazNPPcoeff\_KMDA\_2015.sg-grd-z

*Ressource fourragère potentielle*

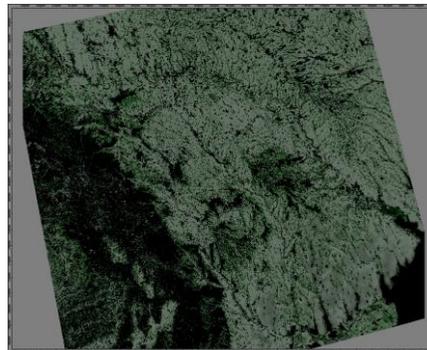
Nous allons multiplier les cartes NPP avec les cartes correspondantes GrazNPPcoeff

2000

- Utiliser SAGA **Grid Calculator** 

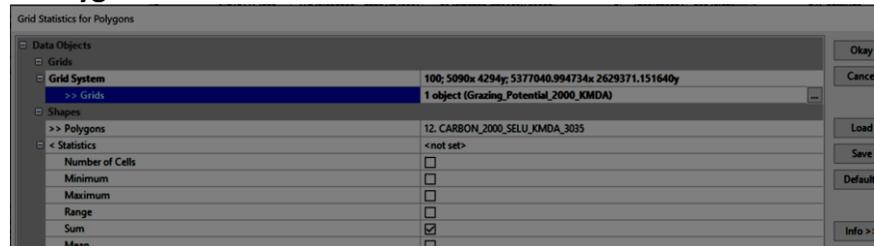


Formule :  $g1 * g2 / 1000$  [les cartes NPP sont en kg par ha]



- Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Grazing\_Potential\_2000\_KMDA.sg-grd-z
- **Extraire dans CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035 la statistique de potentiel de broutage par UPSE.**

## Utiliser SAGA Grid Statistics for Polygons .



**Renommer** le champ Grazing\_Potential\_2000\_KMDA (SUM) → **GRAZPOT00**  
**Sauver**

## 2015

Même procédure que pour 2000.

- Calculer **Grazing\_Potential\_2015\_KMDA**  
Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Grazing\_Potential\_2015\_KMDA.sg-grd-z
- **Extraire dans** CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035 la statistique de potentiel de broutage par UPSE.  
>> Grids (Grazing\_Potential\_2015\_KMDA)  
>> Polygons: CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035
- **Renommer** le champ Grazing\_Potential\_2015\_KMDA (SUM) → **GRAZPOT15**
- **Sauver**

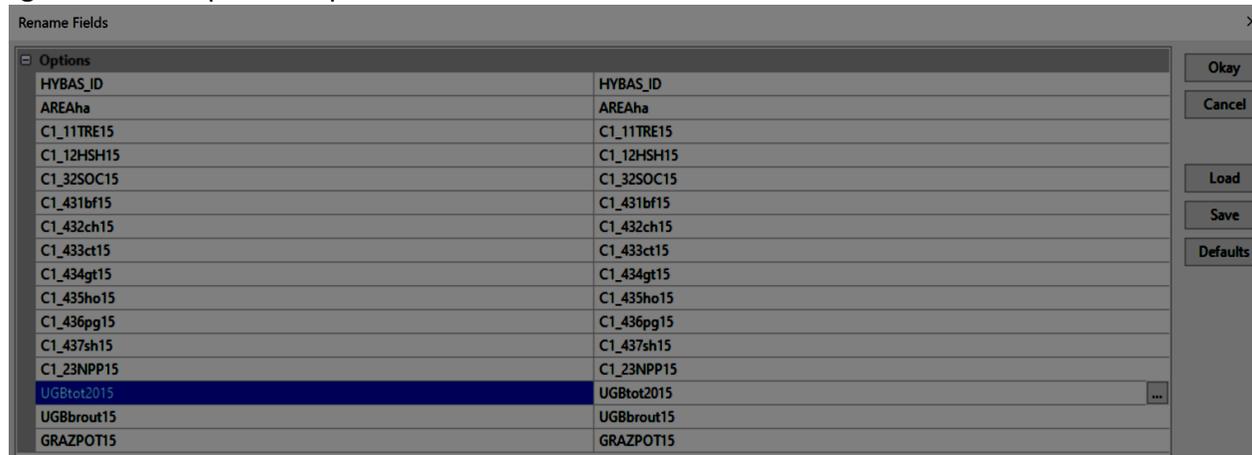
## Calcul des flux CECN liés au cheptel

Les calculs vont être effectués sur les tables attributaires de CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035 et CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.

- Besoin en alimentation du cheptel :  $LivFeedTOT = UGBtot * 2$
- Fumier  $[C2\_72MANURE] = UGBtot * 1$
- Pâturage  $[C3\_3GRAZING] = UGBbrout * Grazing\_Potential [GRAZPOT]$
- Approvisionnement en aliments pour le bétail (hors pâturage)  $[C2\_752NetLivFeed] = LivFeedTOT - (UGBbrout * Grazing\_Potential)$

Comptage du rang des colonnes (Fields) pour lesquelles on va faire les calculs

On peut faire le comptage en ouvrant par exemple Field Rename



Dans le cas présent :

- UGBtot15 a le rang **f14**
- UGBbrout15 a le rang **f15**
- GRAZPROT15 a le rang **f16**

A vérifier sur ses tables, car il peut rester une colonne en trop ou en moins et les calculs seraient alors faux. En principe, les rangs 2000 et 2015 devraient être identiques.

Calculs

- 2000

Utiliser Fields Calculator

- **LivFeedTOT**
  - <new>

- Field Name : **LivFeedTOT**
- Formule : **f14\*2**
- **C2\_72MANURE**
  - <new>
  - Field Name : **C2\_72MAN00**
  - Formule : **f14**
- **C3\_3GRAZING**
  - <new>
  - Field Name : **C3\_3GRAZ00**
  - Formule : **f15\*f16**
- **C2\_752NetLivFeed**
  - <new>
  - Field Name : **C2\_752NF00**
  - Formule : **f17-f19**
- *2015*

Même procédure que pour 2000.

#### ***4.3 Extraction NETTE de bois [C3\_4WOODREMNET], Perte indirecte nette de biocarbone due au changement d'utilisation des terres/AGC [C4\_1aLUNETCHANGE/AGC] et pertes dues aux Feux de forêts et d'autres écosystèmes d'origine anthropique [C4\_31FIRE] et aux Feux de forêt et autres incendies d'origine naturelle et multiple [C6\_3]***

**L'extraction de bois** est estimée par UPSE à partir du stock de biomasse/biocarbone des arbres des forêts C1\_11TreeAGC [Trees AboveGround living biomass\_carbon] et des autres territoires C1\_12OtherAGC et des pertes annuelles en arbres de la base de données Global Forest Change [dite Hansen]. Toutes les pertes en arbres ne sont pas dues à l'exploitation forestière et il faut d'abord tenir compte des pertes d'arbres qui résultent de l'artificialisation des sols par l'urbanisation et les infrastructures. Il faut également estimer les pertes dues aux feux de forêts et autres incendies soit d'origine anthropique [C4\_31FIRE], soit d'origine naturelle ou multiple [C6\_3].

L'extraction de bois ainsi estimée est dite nette car elle n'inclut pas non plus les pertes d'exploitation [C3\_5ForResidual pour Forestry residuals (incl. removals and returns) [= C2\_73]] de la sylviculture (branches, écorces) dont une partie va être collectée comme sous-produit et une autre retournée en apport secondaire [C2\_73]. Cette récolte est en général très supérieure aux statistiques sur l'exploitation forestière qui enquête sur le bois rond commercialisé auprès des exploitants et de ce fait prend mal en compte les récoltes informelles et les pertes d'arbres dues à l'exploitation elle-même.

Tous ces éléments doivent être estimés par année, pour 2000 et pour 2015.

#### ***4.3.1 Evaluation par UPSE des pertes totales de carbone des arbres***

Charger dans SAGA les fichiers

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C1\_1\_00\_AGC\_2000\_biocarbon\_K\_MDA.sg-grd-z

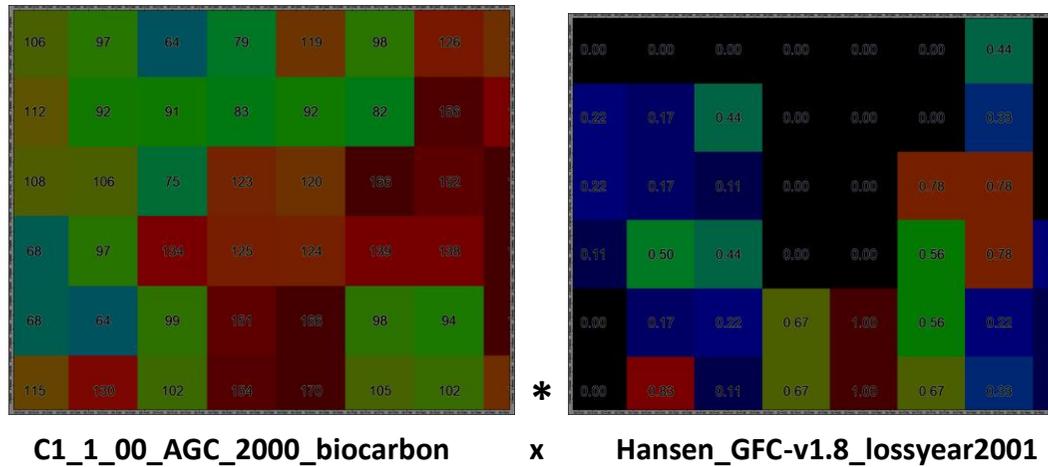
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C1\_1\_00\_AGC\_2015\_biocarbon\_K\_MDA.sg-grd-z

Et les cartes des pertes annuelles d'arbres 2001 et 2015 que nous avons calculées précédemment lors du travail sur les stocks de biocarbone (Partie B, Section 1 Stocks de biocarbone C1, 1.1 Biomasse au-dessus du sol vivante).

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2015\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z

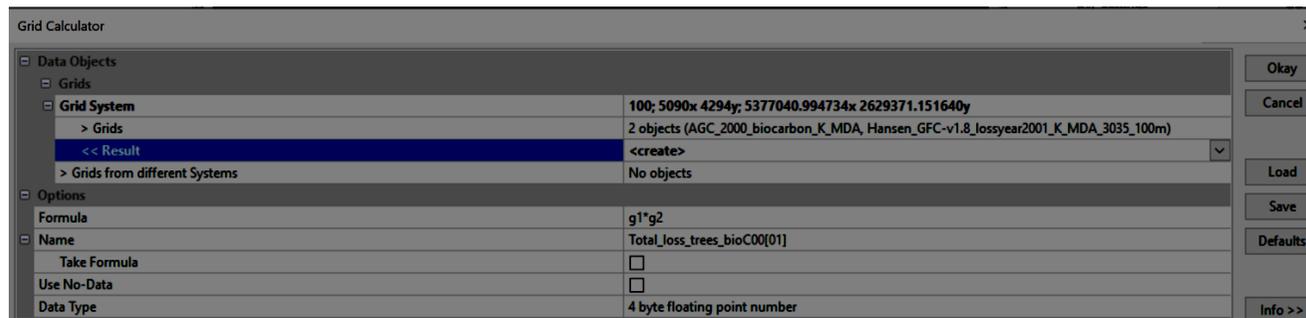
Ces cartes ont été produites par rééchantillonnage à 100m des données GFC-Hansen à 30m, en utilisant la modalité « MEAN », ce qui veut dire que chaque maille contient l'indication d'un pourcentage de perte. Nous allons les multiplier avec les stocks de biocarbone.



Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**

- 2000

Faute de mieux, nous allons utiliser les données GFC-Hansen de 2001 pour 2000.



Formule: **g1\*g2**

Name: **Total\_loss\_trees\_bioC00[01]**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Total\_loss\_trees\_bioC00[01].sg-grd-z

- 2015

Même procédure que pour 2000

Formule: **g1\*g2**

Name: **Total\_loss\_trees\_bioC15**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Total\_loss\_trees\_bioC15.sg-grd-z

### **4.3.2 Principes du calcul de l'Extraction nette de bois rond [C3\_4] et des Résidus de la sylviculture (y compris les prélèvements et les retours) [C3\_5]**

L'**extraction nette de bois rond** [C3\_4 Roundwood net removals, C3\_4RWoodRemNET] est ce qui est prélevé de la forêt. Elle correspond aux définitions du bois rond (bois d'industrie et bois de chauffe) des statistiques de la FAO. Le total de l'extraction nette de bois rond [C3\_4], des Résidus de la sylviculture [C3\_5] est l'Extraction TOTALE totale de carbone des arbres calculée précédemment en 4.3.1. Pour ne pas déséquilibrer le compte, les Résidus de la sylviculture [C3\_5] sont repris pour un même montant en apports de biocarbone [C2\_73].

L'extraction nette de bois rond est évaluée par pixel comme la différence entre les pertes totales de biocarbone des arbres et les résidus de la sylviculture, les pertes dues aux incendies et les pertes dues à l'utilisation des terres.

Les résidus de la sylviculture aussi appelés « résidus au sol après la récolte forestière » sont les souches, les branches, les feuilles ou les écorces. Les statistiques d'exploitation forestière enregistrent les volumes de bois rond extraits. Pour estimer ces résidus à partir des volumes de bois rond « sous-écorce » enregistrés par les statistiques, résidus, des coefficients existent dans la documentation de la FAO. Ces coefficients sont parfois appelés en anglais « extension factors » et calculés par essence forestière. Il faut également tenir compte des arbres adjacents cassés lors de l'abattage d'un arbre, qui doivent être comptabilisés. Leur volume représente, selon les documents de la FAO, jusqu'à 20 voire 70% du bois rond effectivement extrait.

L'étude CECN sur le plateau des Guyanes estime le total des résidus de la sylviculture à **1,5 fois** le volume de bois rond extrait. Nous retiendrons ce coefficient pour K\_MDA. Ce partage 40% - 60% sera appliqué au solde Pertes Totales moins (Pertes indirectes+Incendies) pour calculer l'extraction nette de bois rond [C3\_4] et les Résidus de la sylviculture (y compris les prélèvements et les retours) [C3\_5].

Les estimations de la CECN-MOA basées sur les données de télédétection sont croisées avec les statistiques de la FAO sur les prélèvements de

bois qui sont des statistiques fournies par les pays à partir d'enquêtes auprès de l'industrie forestière. Ces dernières tiennent compte des volumes "sous écorce" de bois commercialisable alors que la CECN-MOA part des prélèvements bruts d'arbres tels qu'observés dans GFC-Hansen « trees loss\_year ».

Pour comparer les statistiques de la FAO à l'extraction nette de bois rond enregistrées par la CECN-MOA, il faut également tenir compte de l'exploitation forestière informelle ou illégale. Son montant est très variable et peut être du même ordre que celui de l'extraction officielle, voire supérieur.

Aucune distinction ne peut être faite concernant la destination par pixel ou par SELU du bois extrait, en particulier la distinction courante dans les statistiques de la FAO entre le bois rond industriel et le **bois de chauffage**. Cependant, le bois de chauffage sera estimé et distribué par pixels urbains afin d'évaluer l'usage du combustible bois [C4\_33Combustion] (voir section 4.6). On utilisera le coefficient moyen usuel de 50%.

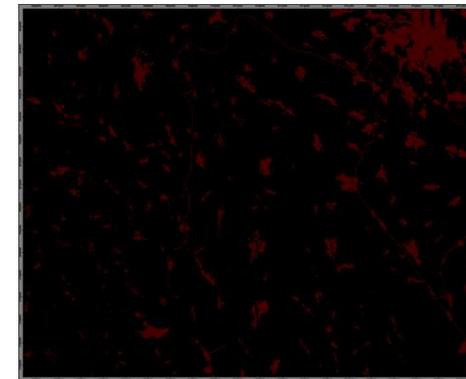
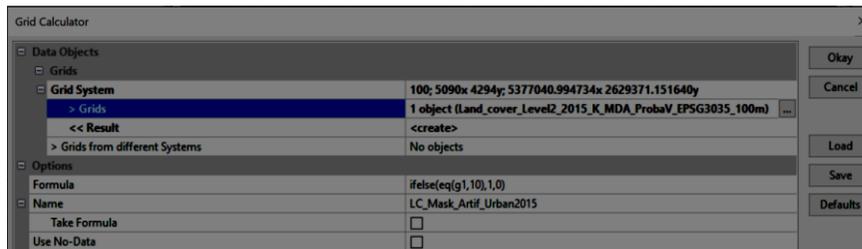
### *4.3.3 Evaluation par UPSE des pertes de biocarbone de la végétation dues à l'artificialisation des terres [C4\_11\_LUNetAGC]*

Nous allons estimer seulement les pertes indirectes de carbone de la végétation dues à l'artificialisation des terres [C4\_111\_LUNetAGB\_lcf1], que nous retiendrons comme total de C4\_11. Elle correspond au flux de consommation de couverture des terres lcf1. Si nous ne disposons pas de cartes annuelles des flux de land cover, il est possible de faire une première estimation en recoupant les données de **land cover artificiel/urbain 2015** (à chaque fois) avec les pertes annuelles de GFC-Hansen.

- Création du masque land cover **artificiel/urbain 2015**

Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\LandCover\Land\_cover\_Level2\_2015\_K\_MDA\_ProbaV\_EPSG3035\_100m.sg-grd-z



Formule: **ifelse(eq(g1,10),1,0)**

Name: **LC\_Mask\_Artif\_Urban2015**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\LC\_Mask\_Artif\_Urban2015.sg-grd-z

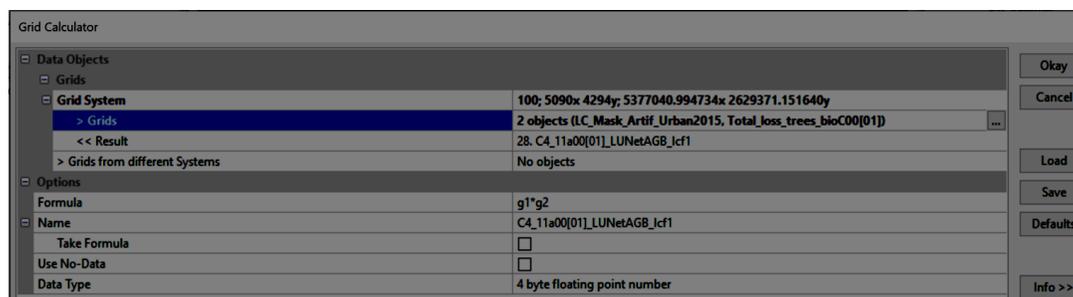
- Calcul des pertes indirectes de biocarbone de la végétation dues aux changements de l'utilisation des terres (artificialisation)

- 2000

Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\LandCover\ **LC\_Mask\_Artif\_Urban2015.sg-grd-z**

Et **Total\_loss\_trees\_bioC00[01].sg-grd-z**



Formule: **g1\*g2**

Name: **C4\_11\_00[01]\_LUNetAGB\_lcf1**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\ **C4\_11a00[01]\_LUNetAGB\_lcf1.sg-grd-z**

- **2015**

Procéder comme pour 2000, avec

**LC\_Mask\_Artif\_Urban2015.sg-grd-z** et **Total\_loss\_trees\_bioC15.sg-grd-z**

Formule: **g1\*g2**

Name: **C4\_11\_15LUNetAGB\_lcf1**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\ **C4\_11\_15\_LUNetAGB\_lcf1.sg-grd-z**

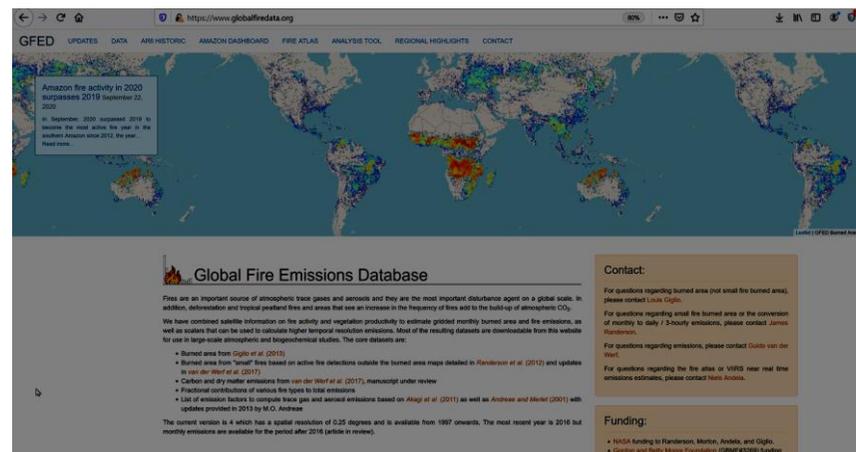
#### ***4.3.4 Feux de forêt et de broussailles : Feux de forêts et de broussailles provoqués par l'homme [C4\_31ForFireInduced] et Feux de forêt et autres incendies d'origine naturelle et multiple [C6\_3NatFires]***

L' utilisation d'images satellites pour observer les feux de forêt et de broussailles ne permet pas d'en identifier l'origine. L'estimation des pertes de biocarbone est faite dans la CECN-MOA pour le total C4\_31 et C6\_3. Par convention, tous les incendies seront traités en C6\_3 Feux de forêt et autres incendies d'origine naturelle et multiple. Cette solution peut être changée si on dispose de l'expertise permettant d'identifier les feux provoqués par l'homme.

- **Données utilisées**

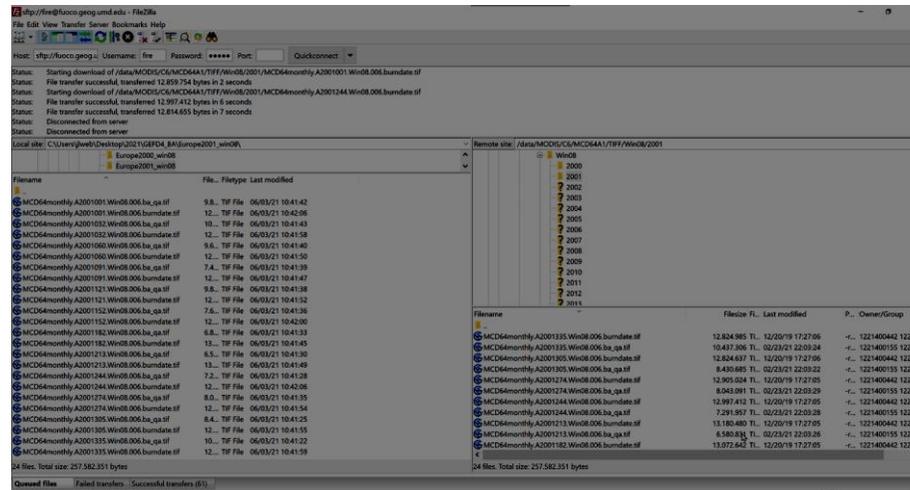
Les données sur les feux de forêts et de broussaille sont abondantes car elles alimentent les calculs d'émissions de GES. Ces sont en même temps des données complexes à utiliser, tant par leur signification que par leur format. Basées sur des observations de feux et ou de leurs conséquences visibles, elles doivent être modélisées et interprétées. Les feux ne signifient pas toujours une perte de biomasse car dans beaucoup de cas, la végétation repart après le passage du feu. Mais on sait aussi que les atteintes aux forêts sont parfois irréversibles et que la multiplication des feux finit par entraîner la dégradation de l'écosystème. Par ailleurs, destinées d'abord à des modélisateurs du climat gros consommateurs de données en temps réel, elles sont souvent diffusées dans des formats d'usage un peu plus compliqué que ceux que nous avons utilisé jusqu'ici.

Des données sont disponibles sur le site de ESACCI et sur Copernicus. Des séries existent depuis fin 2000 sur les sites de diffusion des images et produits MODIS. Le plus commode, car il regroupe plusieurs ressources et que l'on y trouve des données en format .tiff, est la **Global Fire Emissions Database** (GEFD4) de l'UMD. <https://www.globalfiredata.org/>.



Comme dans une majorité de cas, il faut utiliser **Filezilla Client** pour les transferts de données depuis un site .ftp. <https://filezilla-project.org/>

Sous Filezilla, utiliser le lien **sftp://fuoco.geog.umd.edu** avec comme User Name : **Fire** et comme Password : **burnt**



Les tuiles de GFED4 sont inhabituelles. Win08=Europe, la région Sahara-Sahel est couverte par les tuiles Win09 à Win12. Attention, ce sont des tuiles qui se chevauchent.

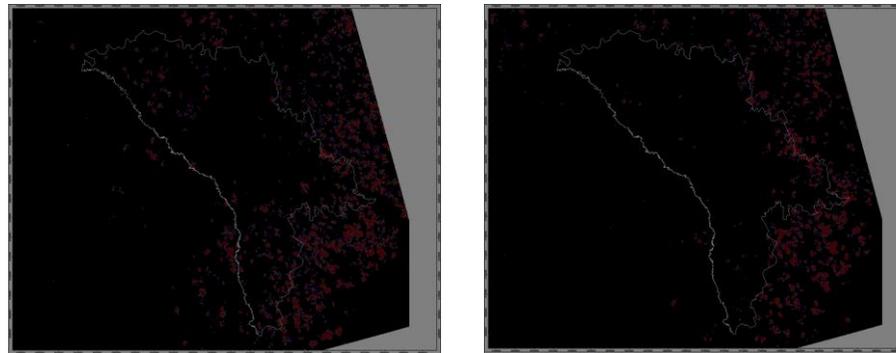
L'estimation simple qui va être fait pour K\_MDA va se baser sur le nombre de fois qu'un feu a été observé. Cette information qui est à la base de toutes les estimations est produite par l'agrégation de données d'observation quotidiennes. Celles-ci sont disponibles, ainsi que des synthèses mensuelles qui nous utiliserons par simplicité. Dans ces cartes mensuelles, les pixels sont labellisés avec le numéro du jour d'observation. Le principe de l'agrégation des données mensuelles va consister donner aux pixels où des feux ont été observés la valeur 1 et à en faire le cumul (dans la plupart des cas, il y a un seul feu dans l'année...). Les cartes sont ensuite transformées en projection EPSG:3035 avec la maille de 100m utilisée tout au cours du projet.

Les données prétraitées sont disponibles dans le répertoire INPUT DATA/Carbon :

C:\Users\jlweb\Desktop\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\BurnArea\_aggr\_month\_2001\_KMDA\_MOD64\_GFED4\_100m3035.sg-grd-z

C:\Users\jlweb\Desktop\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\BurnArea\_aggr\_month\_2015\_KMDA\_MOD64\_GFED4\_100m3035.sg-grd-z





Calcul de la perte de biocarbone de la végétation due aux feux [C4\_31ForFireInduced + C6\_3NatFires]

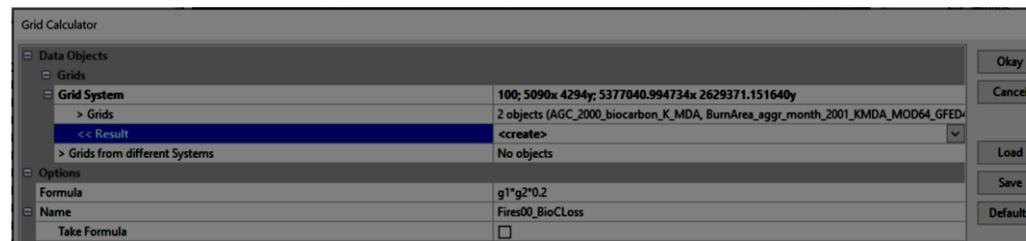
On va multiplier le stock de biocarbone par l'indice obtenu précédemment. Comme il s'agit d'un indice de passage du feu et non d'un indice de destruction réelle, on considère que la végétation a récupéré au cours de l'année et que les pertes ne portent que sur 20% du stock.

Provisoirement, **Fires\_BioCLoss** est enregistré en **Feux de forêt et autres incendies d'origine naturelle et multiple** [C6\_3NatFires]

- 2000

Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C1\_1\_00\_AGC\_2000\_biocarbon\_K\_MDA.sg-grd-z  
et **BurnArea\_aggr\_month\_2001\_KMDA\_MOD64\_GFED4\_100m3035.sg-grd-z**



Formule:  $g1 * g2 * 0.2$

Name: **Fires00\_BioCLoss**

Sauver sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C6\_3\_00Fires\_BioC.sg-grd-z

- 2015

Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C1\_1\_00\_AGC\_2015\_biocarbon\_K\_MDA.sg-grd-z  
et **BurnArea\_aggr\_month\_2015\_KMDA\_MOD64\_GFED4\_100m3035.sg-grd-z**

Formule:  **$g1 * g2 * 0.2$**

Name: **Fires15\_BioCloss**

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C6\_3\_15Fires\_BioC.sg-grd-z

#### *4.3.5 Calcul de l'Extraction nette de bois rond [C3\_4, WoodRemNET] et des Résidus de la sylviculture (y compris les prélèvements et les retours) [C3\_5]*

L'Extraction nette de bois rond [C3\_4] est évaluée par pixel comme la différence entre d'un côté les pertes totales de biocarbone des arbres [Total\_loss\_trees\_bioC] et d'un autre côté les résidus de la sylviculture, les pertes dues à l'utilisation des terres [C4\_11LUNetAGB] et les pertes dues aux incendies [C3\_5]. Comme C6\_3 concerne à la fois les arbres et les autres types de végétation, Il faut encore ajuster le calcul avec les pertes annuelles en arbres [Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_100m] Les résidus de la sylviculture estimés à 1,5 fois le volume de bois rond extraits, il est possible de calculer l'Extraction nette de bois rond selon la formule :

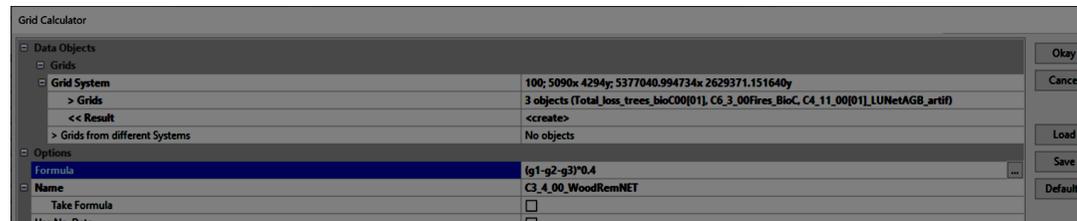
$$C4_3 = ((Total\_loss\_trees\_bioC - C4\_11LUNetAGB - C3\_5 - C6\_3NatFires) \times Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear) \times 0,4$$

Le montant des Résidus de la sylviculture (y compris les prélèvements et les retours) [C3\_5] sera introduit directement dans le tableau du compte par UPSE comme  $C4_3 \times 1,5$ .

- 2000

Utiliser l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Total\_loss\_trees\_bioC00[01].sg-grd-z  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C4\_11a00[01]\_LUNetAGB\_lcf1.sg-grd-z et  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C6\_3\_00Fires\_BioC.sg-grd-z  
H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001\_K\_MDA\_3035\_100m.sg-grd-z



Formule:  $(g1-g2-g3)*0.4$

Name: C3\_4\_00\_WoodRemNET

Sauver sous : H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C3\_4\_00\_WoodRemNET.sg-grd-z

- 2015

M<sup>e</sup>me procédure que pour 2000.

Formule:  $(g1-g2-g3)*0.4$

Name: C3\_4\_15\_WoodRemNET

Sauver sous : H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C3\_4\_15\_WoodRemNET.sg-grd-z

#### 4.4 Combustion de bois de chauffage [C4\_3CombCTOT]

Le volume de bois de chauffage produit est estimé à partir des données sur l'extraction de bois, avec des coefficients fournis par la FAO pour le partage du bois rond entre bois de chauffage et bois rond industriel (tous les autres usages). En première approximation, on utilisera le coefficient de 0.5.

http://www.fao.org › statistics ▾ Translate this page

Statistiques des produits forestiers

Produit	Unité	2019	2018	2000	1980
Bois rond	million m <sup>3</sup>	3 966	-1%	14%	27%
Bois de chauffage	million m <sup>3</sup>	1 945	0%	8%	16%
Bois rond industriel	million m <sup>3</sup>	2 021	-2%	20%	40%

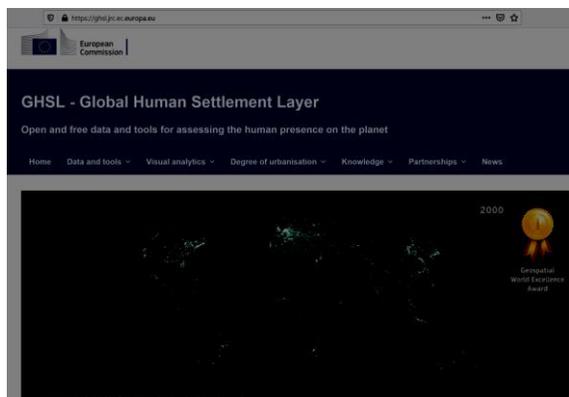
Outre l'utilisation du bois rond comme bois de feu, l'utilisation des produits non commerciaux (résidus de production, bois mort...) est estimée également. La Combustion de bois de chauffage [C4\_3CombCTOT] comprend :

- C4\_33: Combustion de bois rond [Combustion of woodfuel\_roundwood, C4\_33CombRWoodFuel]
- C4\_34: Usage d'autre biocarbone comme combustible [Combustion of other biocarbon fuel, C4\_34\_CombOther]

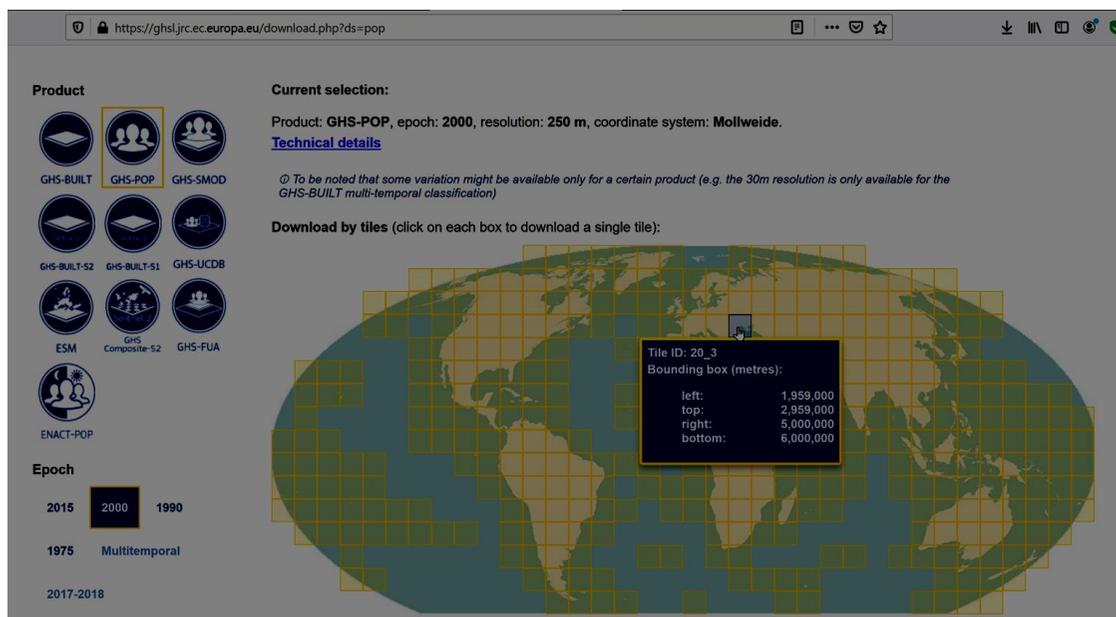
La localisation de la demande de bois de feu (fuel wood) doit alors être déterminée car l'extraction est un transfert depuis le socio-écosystème (UPSE) vers le système économique qui transporte et transforme le produit puis un retour vers l'UPSE où le bois est utilisé. L'enregistrement de la combustion de bois de feu a pour objet de permettre le calcul du total des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion de biomasse. Comme ce biocarbone est enregistré deux fois, un enregistrement en apports le contrebalance dans les apports de biocarbone : Transferts du système des emplois et ressources économiques [C2\_75] / Bois de feu [C2\_751]. Ce rééquilibrage fonctionne au niveau d'un pays ou d'une grande région mais de manière plus détaillée, il est nécessaire de distinguer les UPSE de production de ceux où a lieu l'utilisation. Par convention simplificatrice, on suppose que la combustion résidus de production et de bois mort a lieu dans le même UPSE que la récolte. En revanche, la combustion de bois rond a lieu après transport dans les UPSE où réside la population et en proportion de celle-ci. Dans le cas de la Moldavie, le bois de feu n'est pas utilisé dans les grandes villes.

#### 4.4.1 Détermination de la population utilisant du bois rond comme bois de feu

Cette détermination peut se faire à partir d'enquêtes spécifiques et/ou de données locales de recensements de la population. Pour la CECN-TDR de niveau 1, MOA, on utilise la base de données des Global Human Settlements (GHS) du JRC. <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/>

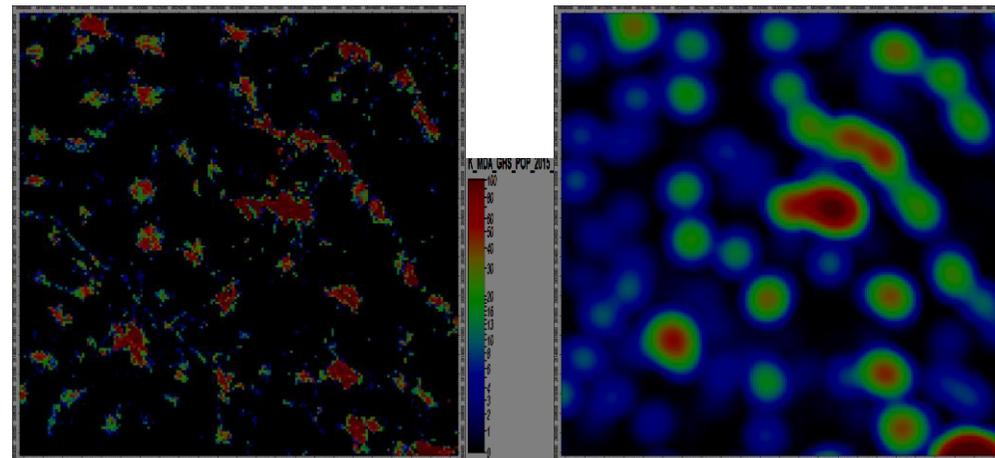


GHS fournit des données maillées à différentes résolutions sur le land cover construit et des estimations correspondantes de la population issues d'un modèle croisant land cover et données de recensement de la population.



On utilise pour K\_MDA les données dites GHS-POP à 250m. Elles sont téléchargeables à <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/download.php?ds=pop> par tuiles qui sont dans le système de coordonnées globales dit Molweide (voir image ci-dessus), qu'il faut transformer dans le système de l'application.

Ce sont les données que l'on a déjà utilisées pour le calcul de l'accès de la population aux services du PNEP. Elles ont été transformées en EPSG:3035 et rééchantillonnées à 100m puis lissées. Voir KANGARE Tutoriel v3 K3 Comptes InfrastructureEcosystemique.



Effet du lissage. Nb : les totaux des valeurs lissées et non lissées d'une même zone sont identiques

Ces données sont maintenant disponibles dans

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\GHS\_Urbain\_Population\K\_MDA\_GHS\_POP\_2000\_3035\_100m\_sm50\_10.sg-grd-z

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\GHS\_Urbain\_Population\K\_MDA\_GHS\_POP\_2015\_3035\_100m\_sm50\_10.sg-grd-z

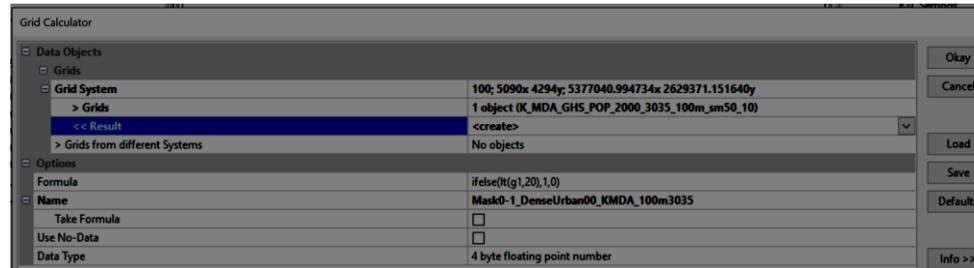
### Charger les cartes lissées sm50\_10 dans SAGA

- Créer un masque 0-1 des agglomérations urbaines denses

Les agglomérations urbaines denses où la population vit dans des immeubles et n'utilise pas de bois de feu peuvent être déterminées à partir de la carte lissée. Empiriquement, on peut fixer le seuil à une valeur > 20 par hectare.

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 

- 2000



Formule: `ifelse(lt(g1,20),1,0)`

Name: Mask0-1\_DenseUrban00\_KMDA\_100m3035

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Mask0-1\_DenseUrban00\_KMDA\_100m3035.sg-grd-z

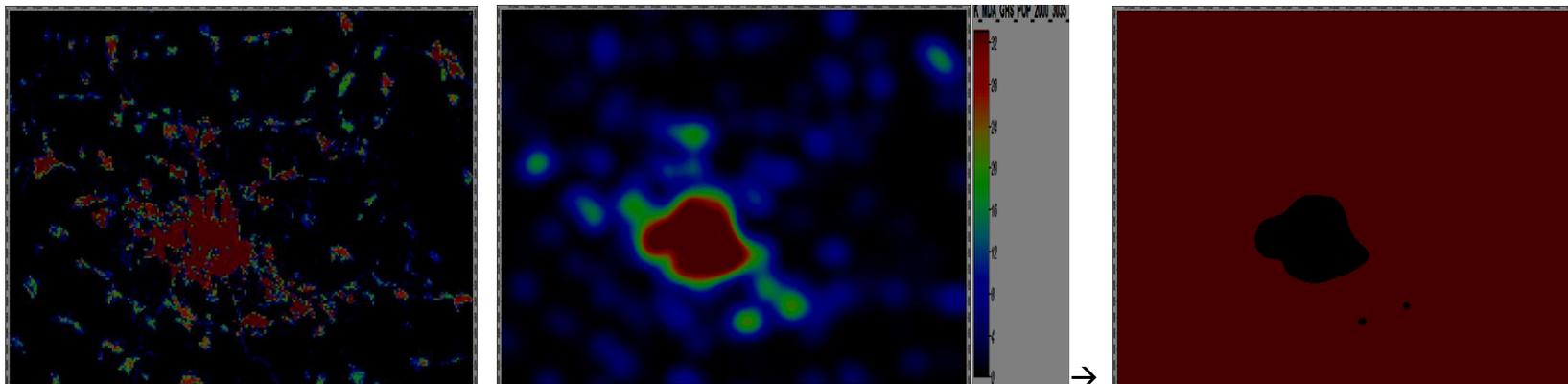
- 2015

Comme pour 2000.

Formule: `ifelse(lt(g1,20),1,0)`

Name: Mask0-1\_DenseUrban15\_KMDA\_100m3035

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Mask0-1\_DenseUrban15\_KMDA\_100m3035.sg-grd-z

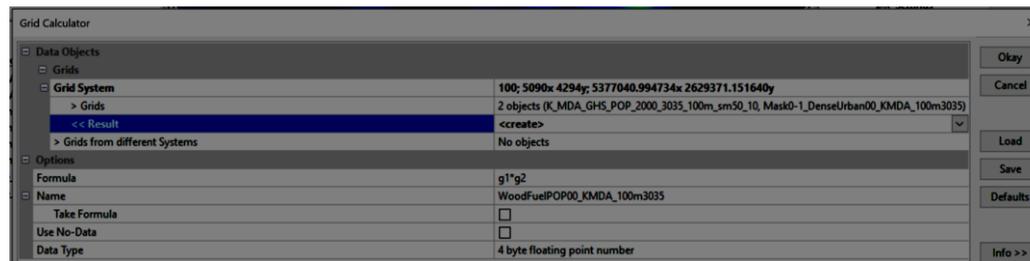


- Estimer par UPSE le pourcentage d'utilisation de bois rond comme bois de feu

On va calculer maintenant la population par UPSE qui est susceptible d'utiliser du bois de feu.

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator**  pour multiplier le fichier de population avec le masque0-1\_DenseUrban correspondant.

- 2000



Formule:  $g1 * g2$

Name: Mask0-1\_DenseUrban00\_KMDA\_100m3035

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Mask0-1\_DenseUrban00\_KMDA\_100m3035.sg-grd-z

- 2015

Comme pour 2000.

Formule:  $g1 * g2$

Name: Mask0-1\_DenseUrban15\_KMDA\_100m3035

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\Mask0-1\_DenseUrban15\_KMDA\_100m3035.sg-grd-z

- Le calcul final de la combustion de bois rond se fera par UPSE avec le tableur.

## 4.5 Evaluation par UPSE des pertes de carbone organique du sol dues à l'artificialisation des terres [C4\_11\_LUNetSOC] et à l'érosion [C6\_2SoilEros]

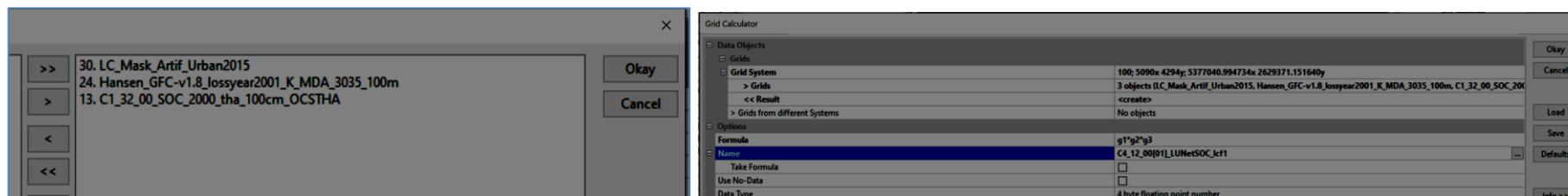
### 4.5.1 Evaluation par UPSE des pertes de carbone organique du sol dues à l'artificialisation des terres [C4\_11\_LUNetSOC]

Nous allons procéder comme pour le carbone au-dessus du sol [C4\_11\_LUNetAGC, section 4.3.3.], en combinant cette fois les cartes suivantes :

- LC\_Mask\_Artif\_Urban2015.sg-grd-z
- C1\_32\_15\_SOC\_2000\_tha\_100cm\_OCSTHA et C1\_32\_15\_SOC\_2000\_tha\_100cm\_OCSTHA
- Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2001[2000] et Hansen\_GFC-v1.8\_lossyear2015

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 

- 2000



Formule :  $g1 * g2 * g1$

Name : C4\_12\_00[01]\_LUNetSOC\_lcf1

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\ C4\_12\_00[01]\_LUNetSOC\_lcf1.sg-grd-z

- 2015

Procéder comme pour 2000.

Formule :  $g1 * g2 * g1$

Name : C4\_12\_15\_LUNetSOC\_lcf1

Sauver sous: H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\ C4\_12\_15\_LUNetSOC\_lcf1.sg-grd-z

#### 4.5.2 Pertes de carbone organique du sol dues l'érosion [C4\_11\_LUNetSOC]

Dans la CECN de Niveau 1, il n'est pas fait de distinction pour l'érosion des sols entre une origine naturelle ou induite par les activités humaines. Par convention, toute l'érosion des sols est traitée parmi les Sorties de biocarbone dues à des causes naturelles et multiples : C6\_2 Contenu en carbone organique de l'érosion des sols [C6\_2SoilEros].

##### a Données sur l'érosion des sols

On dispose pour l'exercice des données de la plateforme GloSEM du JRC/ESDAC pour 2001 et 2012. Les données GloSEM du JRC sont calculées avec le modèle standard RUSLE. Leur résolution n'est pas très fine mais permet une première estimation en attendant la sortie de produits plus détaillés.

**Global Soil Erosion Modelling platform (GloSEM)** <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-erosion>

**Description:** This map provides an assessment of global soil erosion for 2012 and 2001. We used the 250m original data to re-sample at 25km. In this study 202 countries are included with more than 125 millionKm<sup>2</sup>. The total soil loss has been estimated to 35 Pg yr<sup>-1</sup> of soil eroded in 2001. The estimates are lower compared to past studies in 2012, 35.9 Pg yr<sup>-1</sup> - Increase of 2.5% in soil erosion globally (due to land use change).

**Spatial coverage:** World (125 million Km<sup>2</sup> - c.a 84% of the Earth surface)

**Pixel size:** 25km.

**Measurement Unit:** t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>

**Projection:** GCS\_WGS\_1984

**Temporal coverage:** 2012 and 2001

**Pixel size:** 25km.

In addition, the original R-factor (Rain erosivity factor) at 1km can be downloaded from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-rainfall-erosivity>

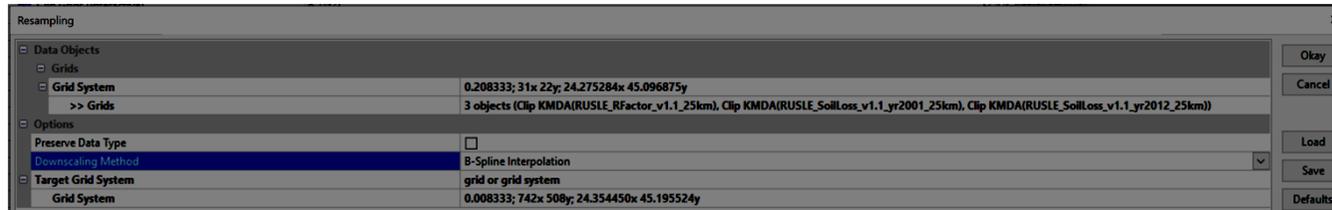
##### Reference of source:

Borrelli P., Robinson D.A., Fleischer L.R., Lugato E., Ballabio C., Alewell C., Meusburger K., Modugno, S., Schutt, B. Ferro, V. Bagarello, V. Van Oost, K., Montanarella, L., Panagos P. 2017. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. Nature Communications, 8 (1): art. no. 2013

Les données GloSEM de perte de sol par érosion (SoilLoss) 2001 et 2012 ont une maille théorique de 25km. Elles sont d'abord rééchantillonnées à 1km en utilisant la carte fournie sur la plateforme à titre d'illustration du « Rain erosivity factor (ou R), l'un des paramètres de l'équation RUSLE et son équivalent à 25 km. On prendra les données 2001 pour 2000 et 2012 pour 2015. Les valeurs sont en tonnes de carbone par ha.

b Premier rééchantillonnage de 25 km à 1 km des données GloSEM SoilLoss et RFactor

Utiliser **Coordinate Transformation (Grid)** 



On peut rééchantillonner plusieurs cartes à la fois.

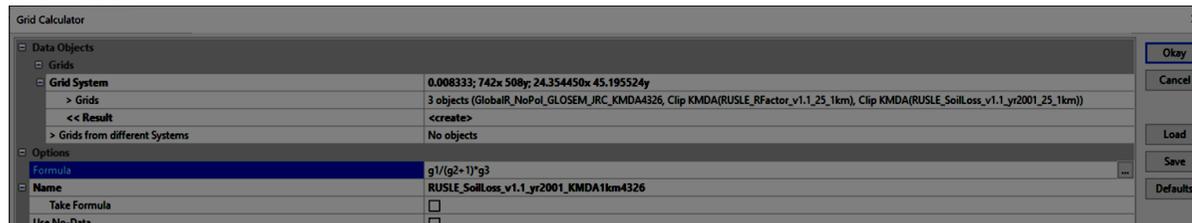
Target Grid System : celui du fichier GlobalR\_NoPol\_GLOSEM\_JRC\_KMDA4326

Renommer les résultats **Clip KMDA(RUSLE\_RFactor\_v1.1\_25\_1km)**, **Clip KMDA(RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2001\_25\_1km)** et **Clip KMDA(RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2012\_25\_1km)** et les sauver.

c Second rééchantillonnage : données GloSEM SoilLoss à 1 km avec GlobalR\_NoPol\_GLOSEM\_JRC\_KMDA4326

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 

- 2000 (2001)



Formule:  $g1/(g2+1)*g3$  [1 est ajouté à g2 pour éviter des divisions par zéro]

name: **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2001\_KMDA1km4326**

Sauver

- **2015 (2012)**

Comme pour 2000.

Formule:  **$g1/(g2+1)*g3$**  [1 est ajouté à g2 pour éviter des divisions par zéro]

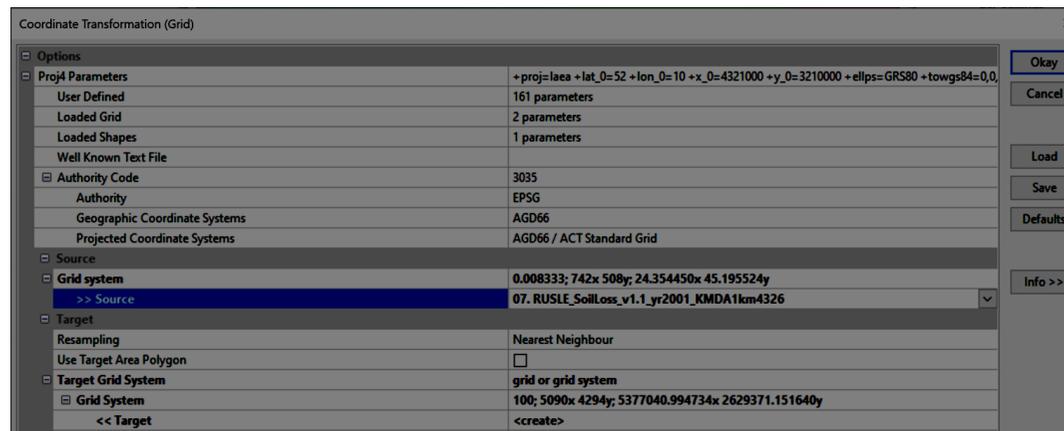
name: **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2012\_KMDA1km4326**

Sauver

#### d Reprojection à 100m, EPSG :3035

Les coordonnées de **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2001\_KMDA1km4326** et de **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2012\_KMDA1km4326** sont ensuite projetées en EPSG:3035 avec rééchantillonnage à 100m selon la grille habituelle du projet K\_MDA.

Utiliser **Coordinate Transformation (Grid)** 



Authority Code : 3035

Resampling : Nearest Neighbour

Target Grid System : la grilles à 100m du projet CECN.

Renommer **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2001\_KMDA100m3035** et **RUSLE\_SoilLoss\_v1.1\_yr2012\_KMDA100m3035**

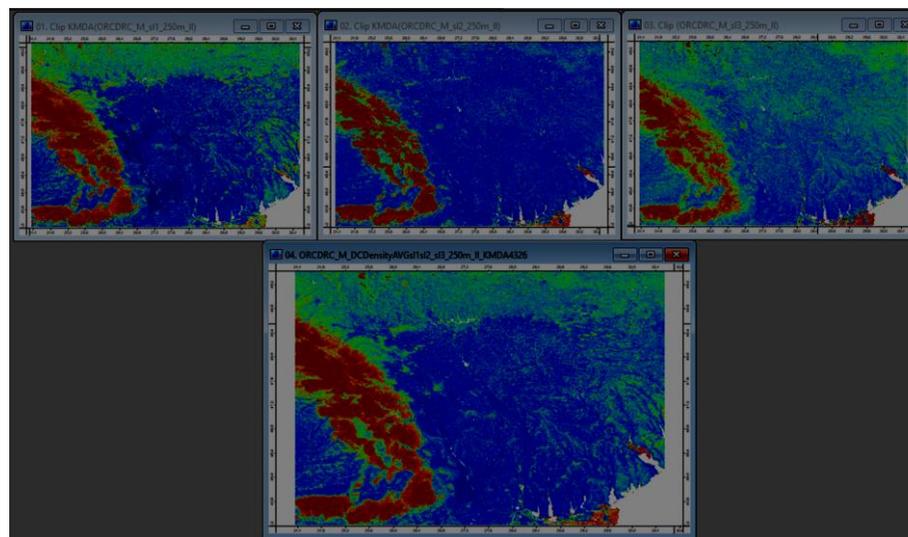
**Sauver**

### e Estimation du contenu en carbone des sols

Il faut ensuite estimer le contenu en carbone de ces sols, en utilisant une seconde fois la base ISRIC qui a servi à estimer les stocks de carbone organique du sol. Le calcul final de la perte de biocarbone du sol due à l'érosion est effectué en combinant les cartes RUSLE\_soil\_loss et les couches ISRIC sur la teneur en carbone organique du sol (**permille**, ORCDRC). Les valeurs ORCDRC sont données par "profondeurs standard" (« standard depth »).

	sd1	sd2	sd3	sd4	sd5	sd6
Standard depth (in cm):	0–5 cm	5–15 cm	15–30 cm	30–60 cm	60–100 cm	100–200 cm

La profondeur jusqu'à 30 cm seulement est prise en compte pour l'érosion dans ENCA\_GS4 v1. Calculée comme la moyenne arithmétique (AVG) des valeurs ORCDRC pour sd1, sd 2 et sd 3. Comme pour l'OCSTHA, les données ORCDRC sont téléchargées à partir de <https://files.isric.org/soilgrids/data/recent/>



*ATTENTION : les fichiers sont très volumineux (plus de 20 Go) et la gestion des données de SAGA en mémoire vive dépend de la RAM du PC utilisé. En cas de problème, une solution consiste à charger le fichier global dans QGIS et d'en extraire une dalle pour la zone d'étude.*

*Les dalles correspondant aux cartes ci-dessus sont disponibles dans le répertoire **INPUT DATA/Carbon/RawData***

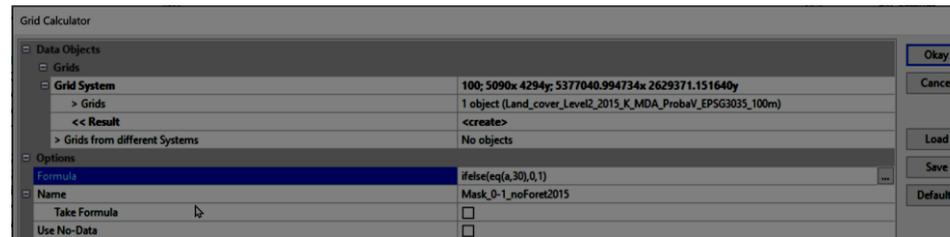
Le fichiers de densité moyenne en carbone des sols à 100m EPSG:3035 est fourni ici :

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\ORCDRC\_M\_DCDensityAVGsl1sl2\_sl3\_100m\_II\_KMDA3035.sg-grd-z

## f Masquage des forêts (pas d'érosion)

Avant de calculer le contenu en SOC de l'érosion, un ajustement important doit encore être effectué pour exclure du calcul les types de couverture terrestre où l'érosion n'est pas susceptible de se produire. A minima, il s'agit des plans d'eau intérieurs et des forêts. Comme les données ISRIC comportent un masque pour les surfaces en eau, il suffit donc de créer des masques 0-1 de « non-Forêts » :

- On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 



Les masques No-Foret sont fournis en

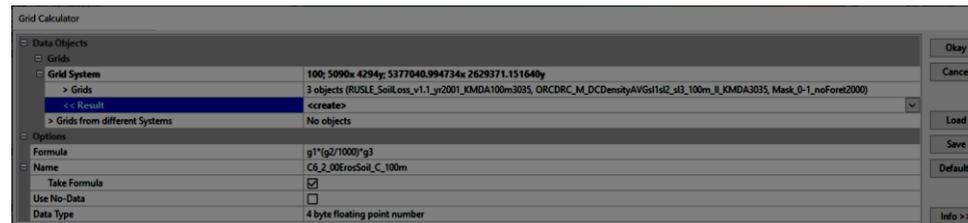
H\\_ENCA\\_CECN\\_KANGARE\\_V3\INPUT DATA\Carbon\Mask\_0-1\_noForest2000.sg-grd-z

H\\_ENCA\\_CECN\\_KANGARE\\_V3\INPUT DATA\Carbon\Mask\_0-1\_noForest2000.sg-grd-z

### g Calcul des pertes de carbone dues à l'érosion des sols

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 

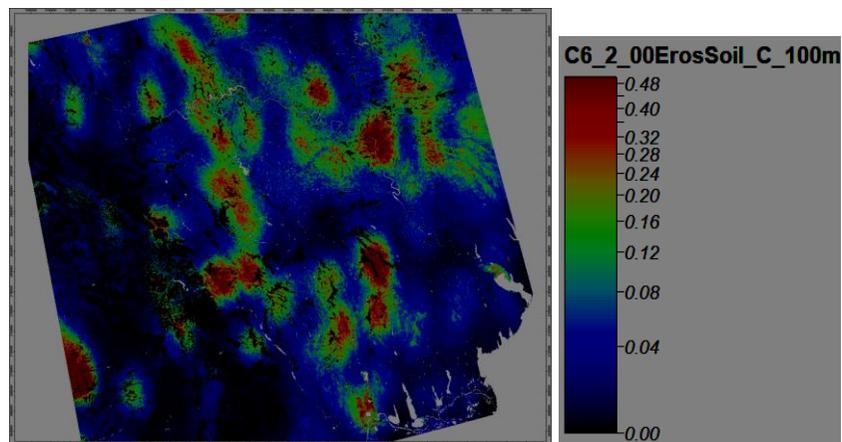
- 2000



Formule :  $g1 * (g2 / 1000) * g3$  [les valeurs de ORCDR sont exprimées en « per mille » .

Name: C6\_2\_15ErosSoil\_C\_100m

Sauver



- 2015  
Comme pour 2000

Les données de **Contenu en carbone organique de l'érosion des sols C6\_2 prétraitées** sont fournies dans le répertoire INPUT DATA :

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\C6\_2\_00ErosSoil\_C\_100m.sg-grd-z

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\C6\_2\_15ErosSoil\_C\_100m.sg-grd-z

## 5 Tableau de la ressource accessible : l'Indice des limitations d'utilisation dues à la protection de la nature [C10\_2ILUP\_LimitUse\_coeff]

La ressource accessible est la mesure de ce qui peut être utilisé sans l'épuiser, donc de manière soutenable. Son calcul prend d'abord en compte la croissance annuelle mesurée ici en termes de flux net. Il faut également prendre compte des limitations d'accessibilité qui, par exemple dans le cas des forêts, peuvent tenir aux plans de gestion : une jeune plantation n'est en général pas une ressource exploitable. Un autre facteur limitant de l'accessibilité est la protection juridique pour des raisons environnementales tenant par exemple à la conservation de

la biodiversité ou dans le cas des forêts en pente à la lutte contre l'érosion des sols et à la prévention des inondations.

Dans la CECN de Niveau 1, seules sont prises en compte les limitations juridiques avec le coefficient **C10\_2 ILUP**.

Pour cela on va simplement utiliser le fichier de protection de la nature utilisé dans le compte de l'infrastructure écosystémique, dans sa version non lissée. Nous l'avons calculé lors de Kangaré K3 et enregistré en

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K3\_EcosystemInfrastruct\Sum\_NatureAreasplus1\_K\_MDA.sg-grd-z

Pour plus de sécurité, il est également disponible ici :

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\INPUT DATA\Carbon\Sum\_NatureAreasplus1\_K\_MDA.sg-grd-z

**Le renommer** H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\C10\_2ILUP\_LimitUse\_coeff.sg-grd-z

[une copie est également disponible dans INPUT DATA/Carbon]

**Les autres indicateurs du Tableau de la ressource accessible sont dérivés des comptes de flux et calculés par UPSE.**

**L'Apport net de carbone de la biomasse accessible** [C10\_1NETinflow] est égal à l'Apport total de biocarbone (gains) [C2TOTinflow [gains] diminué des pertes d'origine naturelle ou multiple.

**NEACS, le surplus net de carbone écosystémique accessible** [C10 ; Net Ecosystem Accessible Carbon Surplus] est égal à C10\_1 x ILUP. Par construction, NEACS est toujours  $\geq 0$ . C'est le montant disponible pour les utilisations anthropiques. Il est repris dans le calcul de l'Indice d'intensité soutenable de l'utilisation du carbone.

**NECP, le potentiel en carbone écosystémique** [C11 ; NECP\_Net Ecosystem Carbon Potential] est constitué des apports en biocarbone primaire et secondaire diminué des pertes naturelles dues à l'érosion et aux incendies. C'est le montant disponible pour l'homme et la nature. Il est repris dans le calcul de la capacité écosystémique carbone.

## 6 Tableau IV des indices d'intensité d'utilisation et de santé des écosystèmes et Indice de Valeur Unitaire Carbone

Le Tableau IV des indices d'intensité d'utilisation et de santé des écosystèmes présente deux indices synthétiques.

Le premier est SCU, l'Indice d'intensité soutenable de l'utilisation du carbone. Il sert à identifier et quantifier les situations d'exploitation non soutenable de la ressource accessible. Dès lors que la situation est soutenable, il a la valeur 1 et donc par construction  $0 < SCU < 1$ . **SCU est calculé par UPSE seulement.**

Le second est CEH, l'Indice de santé écosystémiques du carbone [CEH\_Ecosystem Carbon Health Index]. C' est le résultat non d'une statistique mais d'un diagnostic basé sur des critères multiples dont le nombre n'est pas défini a priori et sur leur interprétation par les experts. Pour la CECN de Niveau 1, on dispose actuellement de peu d'informations de ce type et on se limitera à un indice de stabilité des forêts fournissant une première indication de la variation de leur âge moyen (à défaut de données plus précises) et à un indice de vulnérabilité à l'érosion.

### a Indice de stabilité des forêts

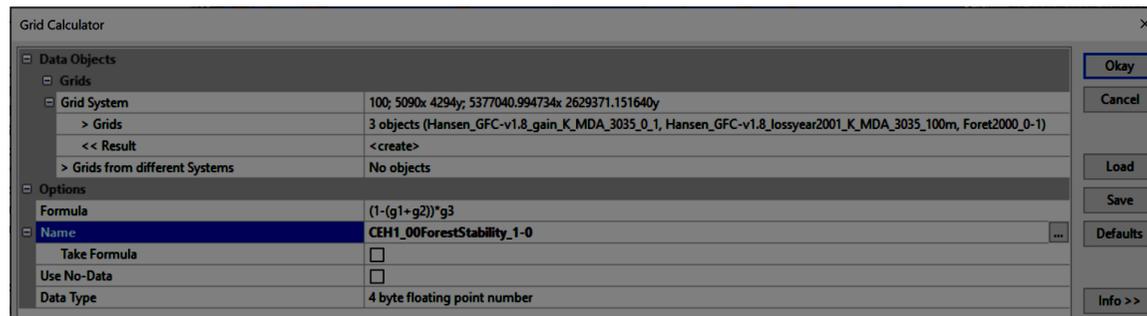
La stabilité des réservoirs de carbone (carbon pools), qui est liée à la résilience des forêts, est un indicateur bien connu. Une façon de l'estimer est liée à la variation de l'âge des arbres. En l'absence de cette estimation, un indice de rotation peut être calculé à partir des pertes et des gains d'arbres du GFC [Hansen] pour la période 2001-2018. Le turnover (pertes+gains) révèle la perturbation de la forêt primaire par les activités humaines. La signification de cet indice fait écho à la "stabilité des stocks de carbone" du SEEA-EEA, ou, dans un autre domaine, à l'"indice d'intégrité de la biodiversité" (Robert Scholes et. al.). L'indice varie de 0,48 à 1,0. La perte de stabilité est bien représentée. Les gains de stabilité devraient être mesurés à l'aide de données sur l'âge des forêts. Dans la mesure où le retour à la stabilité est un processus très long, ce n'est pas un problème majeur pour l'interprétation de l'indice.

La stabilité de la forêt 2015 est mesurée comme la somme des gains et des pertes, les gains d'arbres étant considérés comme de nouveaux gains (à partir de 2001). Les pixels de 30 m de pertes par an sont convertis en 0-1. La couche des gains est un total de 0-1 pour la période. La couche résultat est rééchantillonnée à 100m, en utilisant l'option de rééchantillonnage "MEAN" qui donne des valeurs décimales de 0 à 1. Les données sont finalement extraites Par UPSE comme valeur moyenne par ha ; l'indice est défini comme 1 moins la valeur moyenne par UPSE.

La stabilité forestière 2000 est plus difficile à évaluer car aucune donnée n'est disponible avant 2000. La solution adoptée consiste à utiliser la couche des gains comme une indication des cicatrices des pertes antérieures. L'indice de stabilité forestière 2000 est calculé comme précédemment.

- 2000

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator**  avec les fichiers Hansen-GFC Gain et lossyear2010 et une couche 0-1 des forêts (disponible dans INPUT DATA).



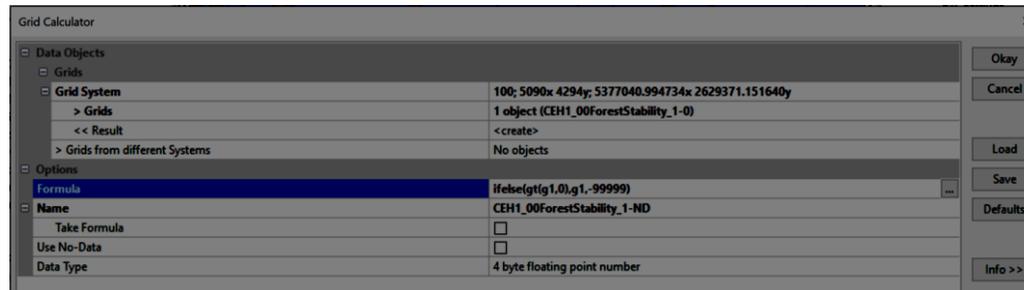
Formule:  $(1-(g1+g2))*g3$

Name: CEH1\_00ForestStability\_1-0

Sauver

L'indice se rapporte aux forêts seulement. Pour en calculer la moyenne pour les forêts seulement, il faut donc mettre le territoire non forestier (qui a en principe la valeur 0) en No-Data

On utilise l'outil SAGA **Grid Calculator** 



**Formule:** ifelse(gt(g1,0),g1,-99999)

**Name:** CEH1\_00ForestStability\_1-ND

**Sauver sous** H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCISE\K4\_EcosystemCarbon\CEH1\_00ForestStability\_1-ND.sg-grd-z

- 2015

Comme pour 2000.

**Formule:** ifelse(gt(g1,0),g1,-99999)

**Name:** CEH1\_15ForestStability\_1-ND

**Sauver sous** H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCISE\K4\_EcosystemCarbon\CEH1\_15ForestStability\_1-ND.sg-grd-z

## b Indice de résistance des sols à l'érosion [CEH6\_00SoilResistErosion]

Les pertes de carbone organique du sol dues à l'érosion ont été calculées en considérant que la forêt protège le sol. Les résultats peuvent donc être utilisés pour calculer les indices de résistance des sols à l'érosion pour 2000 et 2015. L'indice de résistance des sols à l'érosion se calcule directement par UPSE. Il pourra avoir le format  $CEH6 = 1 - (C6\_2\_00ErosSoil\_C / AreaHa)$ .

## 7 Extraction des flux et indices de biocarbone dans les fichiers .shp 2000 et 2015

Il est préférable de créer un nouveau projet SAGA où on va charger tous les fichiers raster que nous avons calculés précédemment .

### a Ouvrir un nouveau projet SAGA.

Charger les fichiers calcul déjà utilisées pour les stocks et les flux liés au cheptel (pâturage, retours...) ainsi que pour la NPP.

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp

H : \\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp

Nous allons maintenant compléter les tables attributaires avec selon les cas des jointures avec les fichiers .csv que nous avons préparés (récoltes agricoles) ou avec des extractions de statistiques des fichiers raster que nous venons de produire.

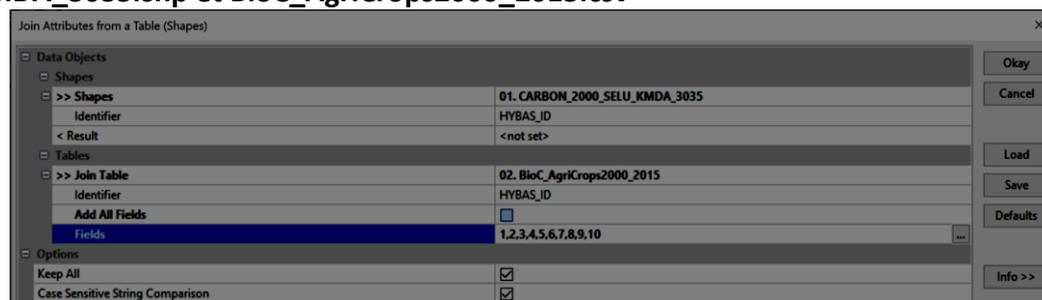
### Jointure des statistiques de récoltes agricoles

Charger la table H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\EXERCICE\K4\_EcosystemCarbon\BioC\_AgriCrops2000\_2015.csv

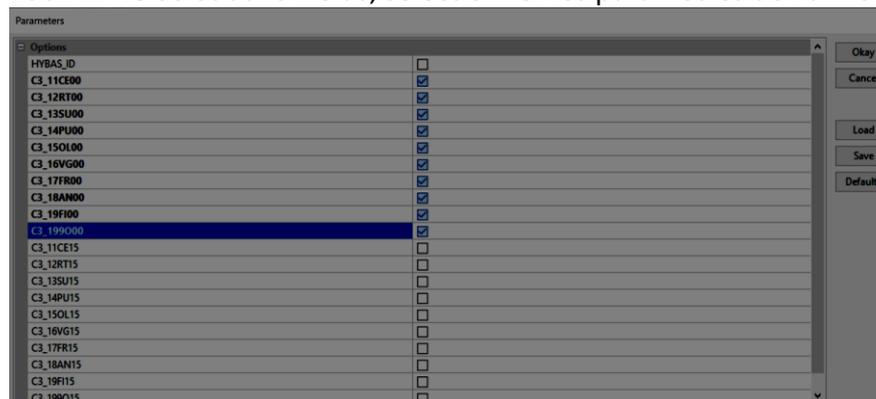
Utiliser **Join Attributes from a Table (Shapes)** 

- 2000

Avec **CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp** et **BioC\_AgriCrops2000\_2015.csv**



Décocher **Add All Fields** et dans Fields, sélectionner les paramètres de l'année 2000 [00].



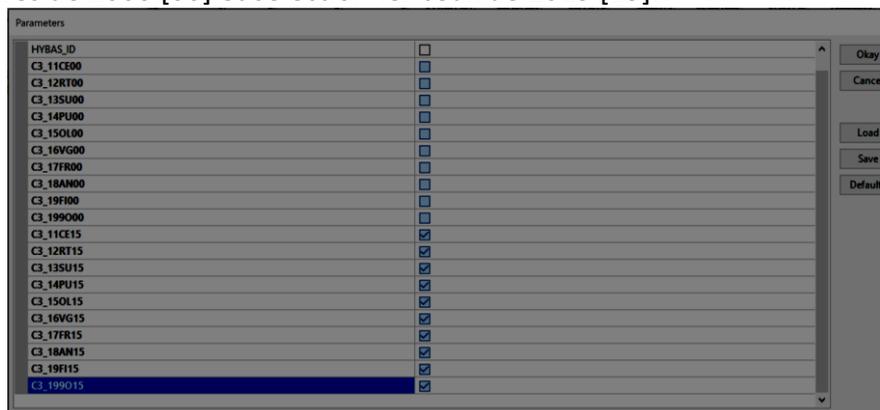
Sauver le résultat. [Save]

- 2015

Avec **CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp** et **BioC\_AgriCrops2000\_2015.csv**

Comme pour 2000

Décocher les Paramètres de 2000 [00] et sélectionner ceux de 2015 [15].



Sauver le résultat. [Save]

## Extraction des données raster

Charger les données raster. Certaines sont stockées dans le répertoire EXERCICE, d'autres sont fournies dans le répertoire INPUT DATA.  
[En cas de malheur, on peut trouver des données manquantes dans le répertoire CORRIGES.

On va pour chaque année extraire les statistiques par UPSE en respectant autant que possible l'ordre des codes CECN.

Utiliser **Grid Statistics for Polygons** 

- 2000

**CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035.shp avec**

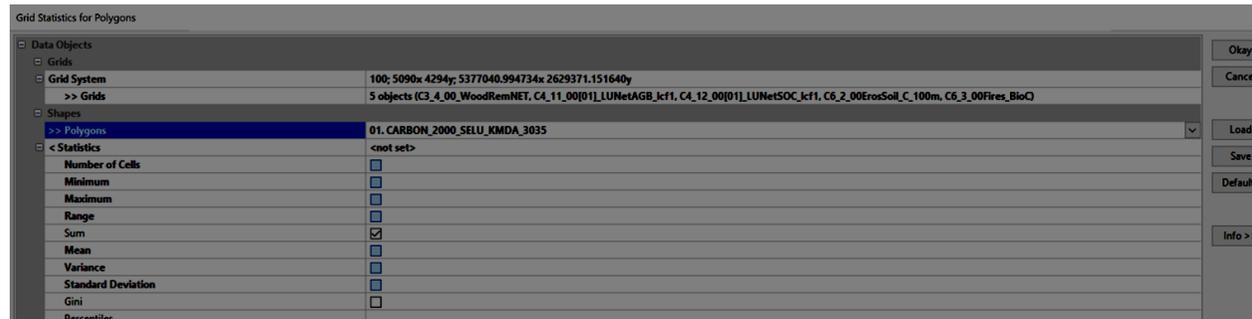
C3\_4\_00\_WoodRemNET.sg-grd-z

C4\_11\_00[01]\_LUNetAGB\_lcf1.sg-grd-z

C4\_12\_00[01]\_LUNetSOC\_lcf1.sg-grd-z

C6\_2\_00ErosSoil\_C\_100m.sg-grd-z

C6\_3\_00Fires\_BioC.sg-grd-z



Cocher < Statistics : **Sum**

Puis avec C10\_2ILUP\_LimitUse\_coeff.sg-grd-z et **CEH1\_00ForestStability\_1-ND.sg-grd-z**.

Important : Décocher **Sum** et sélectionner **Mean**.

- 2015

**CARBON\_2015\_SELU\_KMDA\_3035.shp** avec

C3\_4\_15\_WoodRemNET.sg-grd-z

C4\_11\_15\_LUNetAGB\_lcf1.sg-grd-z

C4\_12\_15\_LUNetSOC\_lcf1.sg-grd-z

C6\_2\_15ErosSoil\_C\_100m.sg-grd-z

C6\_3\_15Fires\_BioC.sg-grd-z

Comme pour 2000. Cocher < Statistics : **Sum**

Puis avec C10\_2ILUP\_LimitUse\_coeff.sg-grd-z et CEH1\_15ForestStability\_1-ND.sg-grd-z. Décocher **Sum** et sélectionner **Mean**

## c B - Synthèse des comptes du carbone écosystémique

### 1 Production des comptes du carbone écosystémique par UPSE

Ouvrir un nouveau dossier de calcul et y copier d'abord la feuille **T2\_CarbonAccount\_formulas** du dossier tableur

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\ENCA-QSP\_FTI\_Tables\_with\_formulas\_v6\_ODF.ods ou

H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\ENCA-QSP\_FTI\_Tables\_with\_formulas\_v6.xlsx [ils sont identiques]

Sauver le nouveau dossier de calcul sous H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\CORRECTED\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_CarbonAccount2000.ods

Ou H:\\_ENCA\_CECN\_KANGARE\_V3\CORRECTED\K4\_EcosystemCarbon\CALC\_CarbonAccount2000.xlsx

Ouvrir une nouvelle feuille et la nommer **Formula transpose**. Dans **T2\_CarbonAccount\_formulas**, copier la zone de calcul **C1 : E127**.

**Aller dans Formula transpose et y coller la zone l'on vient de copier, EN LA TRANSPOSANT (Paste Special + ALL + Transpose).**



Ouvrir une nouvelle feuille et la renommer **TableAttribCARBON2000**

Aller dans SAGA et ouvrir la table attributaire de **CARBON\_2000\_SELU\_KMDA\_3035**. Faire un Copy to Clipboard et la coller dans la feuille **TableAttribCARBON2000**.

Ouvrir une nouvelle feuille **Compte\_CARBON\_2000** et y coller le contenu de TableAttribCARBON2000. C'est dans cette feuille que l'on va générer le compte per UPSE à partir des éléments que l'on a rassemblés.

**A développer...**

### *Production des comptes du carbone écosystémique par d'autres découpages géographiques (pays, districts, bassins versants...)*

Deux cas de figure se présentent

Il s'agit de bassins hydrographiques qui sont une agrégation d'UPSE/HYBAS10 ou de grandes entités qui peuvent être approximées par un nombre entier d'UPSE (auxquelles on aura attribué un code administratif, par exemple). On peut produire les comptes avec un tableau croisé dynamique (Pivot Table) ou sous SAGA avec l'outil **Aggregate Values by Attributes**, ou encore en base de données avec une requête SQL contenant un Group By. Dans tous les cas, il faut faire attention à traiter correctement les paramètres qui s'additionnent (avec SUM) et les indices pour lesquels il faut calculer une moyenne (MEAN)

Il s'agit d'une entité plus petite ou spécifique, un district par exemple, il pourra être nécessaire d'extraire les données de fichiers raster. Pour les variables qui ont été calculées par UPSE, cela signifie qu'il faudra d'abord les rasteriser selon la grille habituelle.

**A développer...**