

Carte Trase de la chaîne d'approvisionnement « SEI-PCS bœuf brésilien v2.0.1 » : sources de données et méthodes

Trase cartographie les chaînes d'approvisionnement des produits agricoles, permettant de relier les produits et les acteurs de la chaîne d'approvisionnement à des domaines de production spécifiques, ainsi qu'aux risques et opportunités associés en matière de durabilité. Pour ce travail, Trase utilise une approche appelée « Spatially Explicit Information on Production to Consumption Systems – SEI-PCS (informations spatialement explicites sur les systèmes de la production à la consommation) (cf. cette [page Internet](#) ou notre [manuel](#) pour plus de détails). Le présent document décrit les données et les méthodes utilisées par Trase pour cartographier la chaîne d'approvisionnement infranationale des exportations de bœuf brésilien 2015-2017, à l'aide d'un modèle appelé « **SEI-PCS bœuf brésilien v2.0.1** ».

Pour toutes les exportations de viande bovine, d'abats et de bovins sur pied entre 2015 et 2017, ce modèle a cartographié la municipalité d'origine la plus vraisemblable. Il a utilisé les données sur le commerce et la production, les enregistrements fiscaux des abattoirs, les informations sur la propriété des actifs des entreprises, les licences d'exportation, une vaste base de données sur les mouvements de bovins entre les exploitations agricoles et entre les exploitations agricoles et les abattoirs, ainsi que les données gouvernementales sur l'origine des bovins abattus dans des abattoirs agréés pour l'exportation. Le modèle a utilisé un arbre décisionnel pour relier les exportations aux abattoirs. Il a ensuite utilisé des données sur le transport des animaux pour identifier les municipalités d'origine probables des bovins provenant de chaque abattoir. Le Tableau 1 fournit un aperçu des statistiques clés.

Tableau 1. Statistiques de synthèse

	2015	2016	2017
Cheptel bovin du Brésil (en millions de têtes de bovins)	215,22	218,2	214,9
Exportations de viande bovine et de bovins sur pied (en millions de tonnes)*	1,40	1,40	1,43
Municipalités qui élèvent des bovins destinés aux exportations	3194	3215	3227
Nombre d'entreprises exportatrices	138	138	142
Nombre de pays importateurs	127	130	130
Exportations dont le lieu d'origine est inconnu (%)	1,3	1,2	0,35

* = tonnes métriques

Données et sources

Données commerciales

Le modèle a repris les données par cargaison (telles que les données douanières, les connaissements et/ou les manifestes de cargaison) pour la période 2015- 2017, couvrant toutes les exportations de viande bovine, d'abats bovins et de bovins sur pied classés sous les codes « NCM » (Nomenclatura Comum do Mercosul ; un système de classification des marchandises échangées) répertoriés au Tableau 2. Nous avons utilisé un facteur d'équivalence produit de base (cf. Tableau 2) pour convertir différents produits en un équivalent produit de base standard, à savoir les carcasses dans le cas présent. Cela a permis de quantifier et de communiquer sous forme de valeur unique (tonnes) la quantité totale de viande bovine et de produits à base de viande bovine exportés par le Brésil. Nous avons vérifié la qualité des données commerciales en les comparant avec d'autres sources de données et avec des données sous différentes formes agrégées (par exemple les données agrégées du ministère du Développement, de l'Industrie et du Commerce extérieur ; [MDIC](#)).

Tableau 2. Codes NCM des produits à base de viande bovine et facteurs d'équivalence produit de base (du produit à l'équivalent carcasse)

Produit	Code NCM	Facteur d'équivalence produit de base
Produits à base de viande bovine (congelés), morceaux avant	02022010	1,000
Produits à base de viande bovine (congelés), morceaux arrière	02022020	1,000
Produits à base de viande bovine (congelés), autres	02022090	1,000
Produits à base de viande bovine (congelés), désossés	02023000	1,373
Produits à base de viande bovine (frais ou réfrigérés), morceaux avant	02012010	1,000
Produits à base de viande bovine (frais ou réfrigérés), morceaux arrière	02012020	1,000
Autres viandes bovines désossées (fraîches ou réfrigérées)	02012090	1,000
Produits à base de viande bovine (frais ou réfrigérés), désossés	02013000	1,373
Viandes et abats comestibles bovins, frais ou congelés	02061000	1,000
Viandes et abats comestibles bovins, langue, frais ou congelés	02062100	1,000
Viandes et abats comestibles bovins, foie	02062220	1,000
Queues de bœuf, congelées	02062910	1,000
Viandes et abats comestibles bovins, autres	02062990	1,000
Viandes et abats comestibles bovins, transformés	02102000	1,611
Produits bovins transformés et en conserve	16025000	2,333
Bovins de race pure destinés à la reproduction – gestants ou avec un veau sur pied	01021010	0,599
Autres animaux reproducteurs de race pure	01021090	0,599
Bovins de race pure destinés à la reproduction – gestants ou avec un veau sur pied	01022110	0,599
Autres animaux reproducteurs de race pure	01022190	0,599
Autres bovins sur pied	01029000	0,599
Autres bovins destinés à la reproduction – gestants ou avec un veau sur pied	01029011	0,599
Autres bovins domestiques sur pied	01022990	0,599
Autres animaux bovins	01029090	0,599

Données de production

Têtes de bovins par municipalité

Nous avons obtenu des données sur le nombre de têtes de bovins par municipalité et par an auprès de l'Institut brésilien de géographie et de statistique (IBGE) et de ses études municipales sur l'élevage (IGBE 2015).

Taux d'abattage

Nous avons calculé le taux d'abattage comme étant le nombre de bovins abattus divisé par la taille du cheptel par État (IEG FNP Agribusiness 2019 ; IBGE 2015), en tenant compte des mouvements entre les différents États vers les abattoirs (MAPA 2018a). Dans les États d'Amazonas, d'Amapá, de Pernambuco et de Bahia, les taux d'abattage étaient supérieurs à 25 %, malgré un élevage bovin de faible intensité dans chaque État ; nous corrigeons donc ces valeurs aberrantes et retenons la moyenne nationale de 18,1 % pour la période 2015-2017 (ABIEC 2016, 2017, 2018). Le taux d'abattage de São Paulo, où nos calculs sous-estimaient par ailleurs la production, a également été corrigé de manière à retenir un taux de 40,72 %, sur la base des estimations publiées (Instituto de Economia Agrícola 2017, 2018 ; Assocon 2007).

Poids des carcasses

Nous avons calculé le poids des carcasses à l'aide de données par État et par année, en prenant les données sur le nombre total de tonnes de carcasses de bovins par État, tirées des enquêtes trimestrielles de l'IBGE sur les abattages, et en le divisant par le nombre de têtes abattues (IBGE 2019). Nous avons inclus les poids des abats, en supposant que les abats représentent 6,3 % du poids vif moyen (450 kg), en nous appuyant sur les facteurs de conversion des abats spécifiques au Brésil publiés par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2018). Lorsque les données sur les carcasses ou l'abattage n'étaient pas disponibles (comme ce fut le cas pendant certaines années pour l'Amapá, le District fédéral et le Rondônia), nous avons utilisé le poids moyen des carcasses par trimestre à l'échelle nationale.

Déchets de la chaîne d'approvisionnement

Nous avons supposé 1,1 % de pertes causées par la mort de bovins pendant le transport vers l'abattoir et par la condamnation des carcasses dans les abattoirs, et 5 % supplémentaires en raison des rejets de parage durant l'abattage et les transformations industrielles, en nous appuyant sur les estimations de la FAO concernant les déchets de la chaîne d'approvisionnement des animaux d'élevage en Amérique latine (FAO 2011).

Composition des cheptels municipaux

Le profil d'âge des bovins dans chaque municipalité provient du recensement agricole de 2006 (le plus récent disponible au moment de l'analyse). Nous avons converti les âges en poids vif à l'aide des facteurs de conversion standard (Tableau 3). Nous avons utilisé ces données lors du calcul de l'origine municipale des bovins abattus par abattoir, lors de la comptabilisation des mouvements d'animaux entre les municipalités (cf. **Mise en œuvre des SEI-PCS**).

Tableau 3. Poids vif de bovins d'âges différents, utilisé pour calculer le cheptel bovin par municipalité dans le réseau de chaque abattoir : UA = unités animales de 450 kg ; adapté de Schielein et Börner (2018)

Groupe de bovins	Poids vif (en kg)
Veaux mâles <1 an	0,25 * 1 AU = 112,5 kg
Veaux femelles <1 an	0,25 * 1 AU = 112,5 kg
Bovins mâles de 1 à 2 ans	0,5 * 1 AU = 225 kg
Bovins femelles de 1 à 2 ans	0,5 * 1 AU = 225 kg
Bovins mâles de 2 à 3 ans	1,25 * 1 AU = 562,5 kg
Bovins femelles de 2 à 3 ans	1 * 1 AU = 450 kg
Bovins mâles > 3 ans	1,25 * 1 AU = 562,5 kg
Bovins femelles > 3 ans	1 * 1 AU = 450 kg
Bovins non spécifiés	1 * 1 AU = 450 kg

Données sur la chaîne d'approvisionnement

Données sur les actifs

Abattoirs agréés pour l'exportation

Nous avons téléchargé sur MAPA des listes d'abattoirs inspectés par le gouvernement fédéral (http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/%21ap_estabelec_nacional_cons) et des listes d'agréments à l'exportation par abattoir et pays (http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/lap_exportador_nac_pais_rep_net).

Données sur les mouvements d'animaux au Brésil

Nous avons utilisé deux sources de données sur l'origine des bovins abattus dans différentes installations au Brésil. Tout d'abord, nous avons téléchargé les registres des mouvements de bovins provenant de trois sources étatiques et fédérales (MAPA 2018a, INDEA 2018, IDARON 2018). Ces données détaillent le mouvement de lots de bovins entre les propriétés, indiquant la date de chaque mouvement, les exploitations agricoles ou les abattoirs qui envoient et reçoivent des bovins, le nombre de bovins, leur âge et leur sexe. Au total, nous avons téléchargé 16,7 millions de registres, portant sur les mouvements de bovins entre 2012 et 2017 pour 22 États et le District fédéral du Brésil (ces données n'étaient pas disponibles pour les États d'Acre, d'Amapá, d'Amazonas et du Roraima). Nous avons nettoyé ces données, supprimant les doublons et tous les registres contenant des erreurs dans les dates ou les lieux. Nous sommes arrivés à un échantillon de 15,6 millions de registres (Tableau 4).

Ensuite, nous avons utilisé des données municipales sur l'origine, le nombre et l'âge des bovins abattus dans les abattoirs agréés pour l'exportation par le Service d'inspection fédérale (SIF) dans chaque État (MAPA 2018b). Nous avons utilisé ces données dans les cas où les données disponibles sur les mouvements d'animaux ne couvraient pas le transport vers un abattoir particulier (principalement pour les États de São Paulo, de Goiás et du Rondônia), ou lorsque l'abattoir spécifique n'était pas connu mais que l'État de l'abattage l'était.

Données sur les entreprises

Nous avons utilisé le Registre national des personnes morales (CNPJ) pour les données sur les entreprises. Cela nous a permis de relier les registres douaniers aux registres fiscaux et d'identifier les filiales des principaux négociants (p. ex. JBS et Minerva), que nous avons ensuite rassemblées en groupes d'entreprises selon leur société mère. Nous avons également identifié des filiales en téléchargeant des noms d'entreprises associées à partir de Google Knowledge Graph.

Délimitations

Les délimitations municipales du modèle reposent sur les données de 2017 de l'Institut brésilien de géographie et de statistique (IBGE).

Tableau 4. Nombre de registres nettoyés de mouvements de bovins par État (aucun n'était disponible pour quatre États : Acre, Amapá, Amazonas et Roraima)

État	Nombre de registres (en millions)
Alagoas	0,38
Bahia	0,90
Ceará	0,03
District fédéral	0,01
Espírito Santo	0,18
Goiás	0,13
Maranhão	0,62
Mato Grosso	1,42
Mato Grosso do Sul	0,76
Minas Gerais	2,57
Pará	0,91
Paraíba	0,25
Paraná	0,16
Pernambuco	2,21
Piauí	0,10
Rio de Janeiro	0,22
Rio Grande do Norte	0,12
Rio Grande do Sul	1,59
Rondônia	0,42
Santa Catarina	1,21
São Paulo	0,96
Sergipe	0,22
Tocantins	0,22

Mise en œuvre des SEI-PCS

Relier les données douanières aux abattoirs

Nous avons utilisé un arbre décisionnel logique (cf. Annexe 1) pour d'abord relier les exportations à un État spécifique, puis à des abattoirs individuels (MDIC 2018). L'arbre décisionnel a attribué les exportations aux centres logistiques en fonction d'une série de règles conditionnelles. Il a triangulé les informations des données d'exportation par expédition par rapport aux numéros d'enregistrement fiscal des actifs et aux listes officielles des autorisations d'exportation des abattoirs : autrement dit, les pays vers lesquels chaque abattoir est autorisé à exporter (p. ex., abattage halal pour exportation vers les Émirats arabes unis). L'arbre décisionnel s'est également

servi des données sur la propriété des actifs (p. ex. quels abattoirs appartiennent à JBS) et des relations de filiale entre les entreprises.

Identifier la source des bovins abattus par abattoir

Nous avons identifié le réseau de propriétés et de mouvements d'animaux approvisionnant chaque abattoir, en chargeant les données sur les mouvements d'animaux dans la base de données graphiques TigerGraph et en effectuant des recherches transversales sur les mouvements d'animaux en rapport avec chaque abattoir. Les réseaux de propriétés approvisionnant chaque abattoir comprenaient ce qu'on appelle des « fournisseurs indirects ». Il s'agit de propriétés qui élèvent des bovins, puis les vendent à d'autres propriétés qui peuvent les engraisser avant de les envoyer à l'abattage.

Nous avons converti le réseau de mouvements d'animaux en mouvements de poids vif (en kg) à l'aide des facteurs de conversion pour les bovins d'âges différents (Tableau), et avons additionné dans une matrice carrée les flux intermunicipaux de bovins finalement arrivés dans chaque abattoir (avec une ligne et une colonne par municipalité et par abattoir). À noter que nous avons répété ce processus une fois pour chaque abattoir, de sorte que la matrice des flux intermunicipaux était unique pour chaque abattoir. Nous avons ensuite identifié la part de l'approvisionnement de chaque abattoir provenant de chaque municipalité, en adaptant les méthodes entrées-sorties précédemment utilisées pour étudier l'origine des flux commerciaux internationaux (Kastner et al. 2011).

Plus précisément, nous avons calculé une matrice, R , où chaque élément, r_{ij} , représente l'approvisionnement d'une municipalité ou d'un abattoir i en bovins provenant de la municipalité j (nous étions, bien sûr, spécifiquement intéressés par la ligne faisant référence à l'approvisionnement de l'abattoir) :

$$R = (I - A)^{-1} \cdot \hat{p}$$

Là où A était une matrice de la part de l'approvisionnement total en bovins de chaque municipalité résultant des mouvements intermunicipaux de bovins, I était la matrice d'identité et \hat{p} était une matrice diagonale contenant la somme des poids vifs du cheptel bovin de chaque municipalité. \hat{p} représente les bovins élevés dans la municipalité, plutôt que déplacés entre les municipalités. Conformément à (Kastner *et al* 2011), nous avons calculé A comme suit :

$$A = Z \cdot \hat{x}^{-1}$$

Là où \hat{x} était une matrice diagonale constituée par les éléments réciproques de x , le vecteur de l'approvisionnement en bovins par municipalité, a été calculé à partir des données sur le cheptel bovin et les mouvements intermunicipaux comme suit :

$$x = p + Z \cdot i$$

Nous avons calculé le vecteur des bovins dans chaque municipalité, p , comme la somme des poids des bovins des propriétés de chaque municipalité apparaissant dans le réseau de l'abattoir. Du fait que nous ayons agrégé les mouvements de bovins sur plusieurs années, mais que des bovins naissent chaque année, nous avons calculé ce cheptel en comptabilisant chaque année séparément. Ainsi, si une exploitation agricole est apparue dans le réseau en 2015 et 2017, nous avons calculé son cheptel comme la somme de la taille du cheptel pour les deux années. Nous avons calculé le cheptel bovin à l'aide de la taille moyenne pondérée de l'exploitation agricole (en têtes de bovins ;

Tableau 5) dans chaque municipalité, la composition du cheptel (réparti en neuf groupes d'âge/de sexe ;

Tableau), et les poids standardisés des bovins de chaque groupe d'âge/de sexe.

Tableau 5. Classifications des tailles des exploitations agricoles disponibles avec le nombre d'exploitations agricoles par municipalité ; tirées de IBGE (2006)

Taille de l'exploitation agricole (têtes de bovins)	Nombre d'animaux supposé lors du calcul de la taille moyenne pondérée de l'exploitation agricole par municipalité
1-2	1,5
3-4	3,5
5-8	6,5
9-19	14
20-49	34,5
50-99	74,5
100-199	149,5
200-499	349,5
+ de 500	1250

Nous avons inspecté visuellement les cartes des hangars d'approvisionnement municipaux de chaque abattoir qui ont été produites (Figure 1). Nous avons écarté les résultats non représentatifs (p. ex. lorsque les mouvements interétatiques sur de longues distances étaient plus fréquents que l'approvisionnement local, comme c'était le cas pour plusieurs abattoirs dans les États de São Paulo, de Goiás et du Rondônia, où nos données sous-représentaient les mouvements locaux). Pour faire preuve de prudence, nous avons également écarté les cas où il y avait moins de 50 mouvements connus entre les exploitations agricoles et chaque abattoir. Lorsqu'un abattoir disposait de plusieurs identifiants associés (CNPJ) dans une municipalité donnée, les hangars d'approvisionnement de ceux-ci ont été fusionnés en pondérant leur approvisionnement par le volume de bovins abattus lié à chaque CNPJ. Dans l'ensemble, cette approche spécifique à l'abattoir nous a permis de cartographier 50,4 % des exportations par rapport aux municipalités de production bovine.

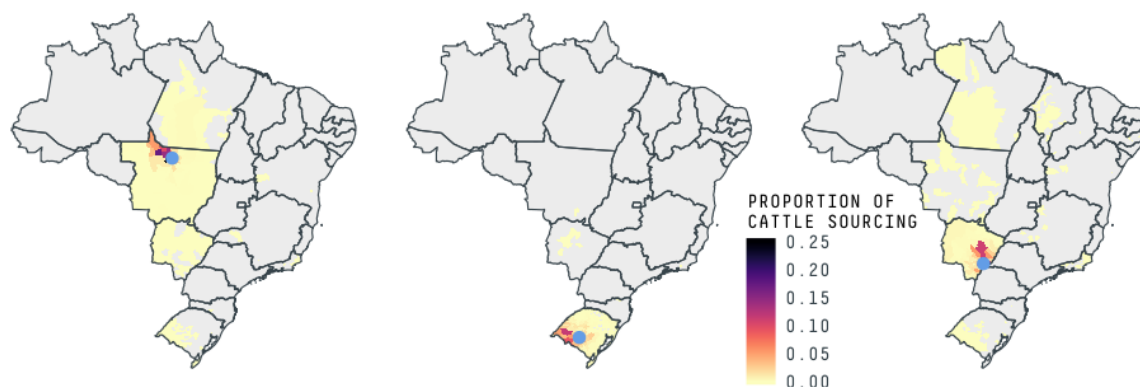


Figure 1. Modélisation de l’approvisionnement en bovins au niveau municipal pour trois abattoirs (cercles bleu clair) dans le Mato Grosso (à gauche), le Rio Grande do Sul (au milieu) et le Mato Grosso do Sul (à droite).

Lorsque nous n’avons pas été en mesure de relier les abattoirs aux données sur les mouvements d’animaux, nous avons utilisé les données au niveau municipal sur l’origine, le nombre et l’âge des bovins abattus dans chaque État dans des abattoirs agréés par le Service d’inspection fédérale (SIF) pour l’exportation (MAPA 2018b). Nous avons converti les têtes de bovins en poids vif comme ci-dessus et calculé la proportion d’abattages approuvés par le SIF par État (entre 2015 et 2017) provenant de chaque municipalité (Figure 2). Ces données diffèrent de notre cartographie spécifique à l’abattoir car elles ne tiennent pas compte des fournisseurs indirects. Généralement, nous avons utilisé cette approche spécifique à l’État pour cartographier 49,2 % des exportations (principalement associées à l’abattage dans les États de São Paulo, de Goiás et du Rondônia) par rapport aux municipalités de production.

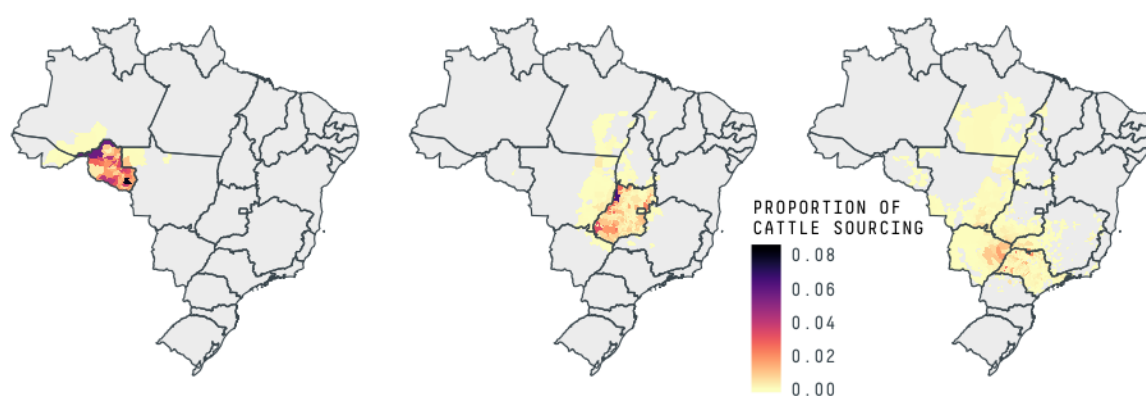


Figure 2. L’origine des bovins abattus dans les abattoirs agréés par le SIF dans les États du Rondônia (à gauche), de Goiás (au milieu) et de Sao Paulo (à droite) entre 2015-2017.

Indicateurs de durabilité infranationaux et des entreprises

Le manuel des indicateurs de Trase pour le Brésil décrit le lien entre ces données sur les chaînes d’approvisionnement et les indicateurs de durabilité au niveau des municipalités, y compris le risque de déforestation due à l’élevage bovin. Ces indicateurs couvrent l’agriculture, l’environnement, la gouvernance territoriale, les engagements des acteurs, les indicateurs socio-économiques et contextuels (p. ex. les biomes).

Modifications par rapport à la version ou aux versions précédente(s)

Version	Date de publication	Modifications
2.0.1	Juin 2020	<ul style="list-style-type: none"> Mise à jour des données sur la déforestation ; révision des indicateurs : déforestation des pâturages, risque de déforestation due à l'élevage bovin
2.0.0	Septembre 2019	<ul style="list-style-type: none"> Première publication

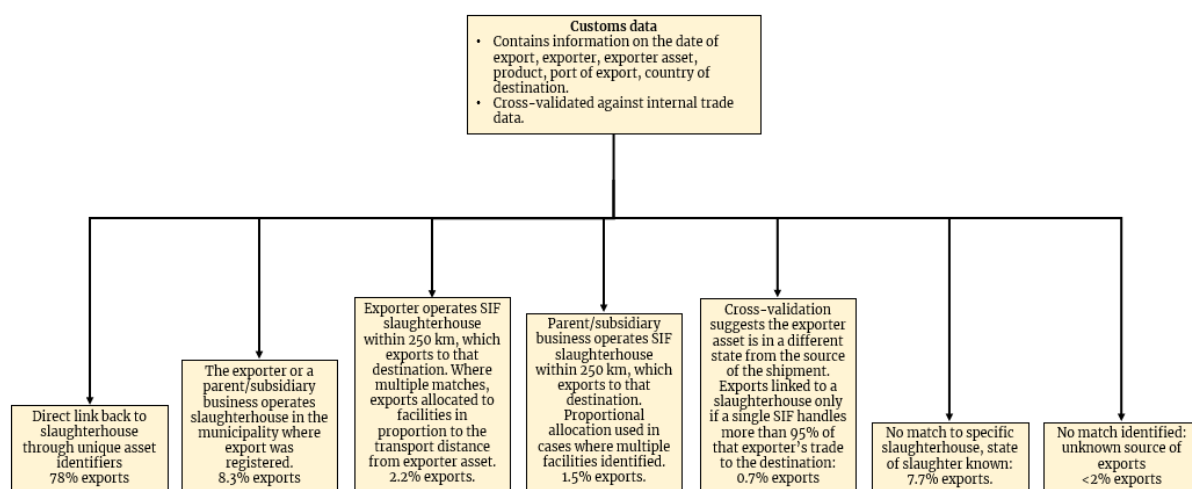
Références

Comment citer ce document

Trase. 2020. Carte Trase de la chaîne d’approvisionnement « SEI-PCS bœuf brésilien v2.0 » : Sources de données et méthodes. Disponible sur : trase.earth.

Annexe 1 : Arbre décisionnel pour le modèle de chaîne d'approvisionnement « SEI-PCS bœuf brésilien v2.0 »

Il s'agit d'une version simplifiée de l'arbre décisionnel logique, montrant les relations entre les exportations et des installations d'abattage spécifiques. Une mise en correspondance par ordre préférentiel de gauche à droite a été tentée. SIF = désigne un abattoir inspecté par le gouvernement fédéral, agréé pour l'exportation à l'étranger.



Annexe 2 : Glossaire

Terme	Définition	Exemple
Actif	Dans le cadre de Trase, une ressource physique ou matérielle appartenant à une entreprise ou à une entité économique qui se rapporte à la production, au stockage ou à la transformation d'un produit de base.	Silo de soja, abattoir, raffinerie, usine, exploitation agricole.
Équivalent produit de base	Mesure utilisée pour associer les flux commerciaux de différents produits à un équivalent produit de base. Cela s'obtient grâce au facteur d'équivalence produit de base.	L'huile de soja et les tourteaux sont convertis en équivalents graines de soja.
Facteur d'équivalence produit de base	Facteur utilisé pour convertir la quantité d'un produit en équivalent produit de base.	1 kg de poudre et d'huile de soja équivaut à 1,031 kg de graines de soja (3 g sont des déchets).

Arbre décisionnel	Décrit le filtrage conditionnel des données commerciales en vue de relier les exportations de produits de base à un centre logistique.	Tous les manuels cartographiques des chaînes d'approvisionnement contiennent un schéma de leurs arbres décisionnels respectifs.
Matrice de distance	Les distances entre les différents nœuds de demande et d'approvisionnement. Cela est utilisé dans l'étape du programme linéaire pour résoudre le problème de minimisation de la distance totale encourue pour répondre à toute la demande.	<p>Les nœuds d'approvisionnement sont des juridictions de production.</p> <p>Les nœuds de demande comprennent les exportations depuis les ports et les nœuds de demande intérieure, tels que les élevages de poulets, concernant le soja brésilien.</p> <p>Les distances reposent sur les réseaux routiers disponibles.</p>
Code SH	Code unique du Système harmonisé (SH) qui décrit la nature des produits commercialisés au niveau international.	<p>1201 : Graines de soja, même concassées</p> <p>120110 : Graines de soja, semences ; même concassées</p>
Juridiction	Les unités administratives territoriales qui composent un pays.	Municipalité au Brésil, kabupaten (district) en Indonésie, département en Argentine, département au Paraguay (résolution moindre, les départements étant composés de districts).
Programme linéaire	Le programme linéaire (PL, également appelé optimisation linéaire) est une méthode permettant d'obtenir le meilleur résultat (tel que le profit maximal ou le coût le plus faible) dans un modèle mathématique dont les exigences sont représentées par des relations linéaires.	Utilisation d'un programme linéaire pour minimiser la distance entre les centres logistiques et les municipalités de production.
Logistique	Activités liées à la production, au stockage, à la transformation, au transport, au commerce, etc., des produits de base dans les chaînes d'approvisionnement.	Élevage de poulets, abattage de bovins, trituration du soja, stockage de l'huile de palme, expédition.
Centre logistique	Juridiction contenant un ou plusieurs actifs qui constituent des « nœuds » dans	Municipalité, département abritant des silos, abattoirs, usines d'huile de palme.

	la chaîne d'approvisionnement des produits de base.	
Nœud	Juridiction, actif, négociant ou pays représentant un point d'agrégation ou de transfert d'un produit de base sur sa chaîne d'approvisionnement.	
Chaîne d'approvisionnement	Séquence de nœuds reliant une juridiction de production à un pays d'importation.	