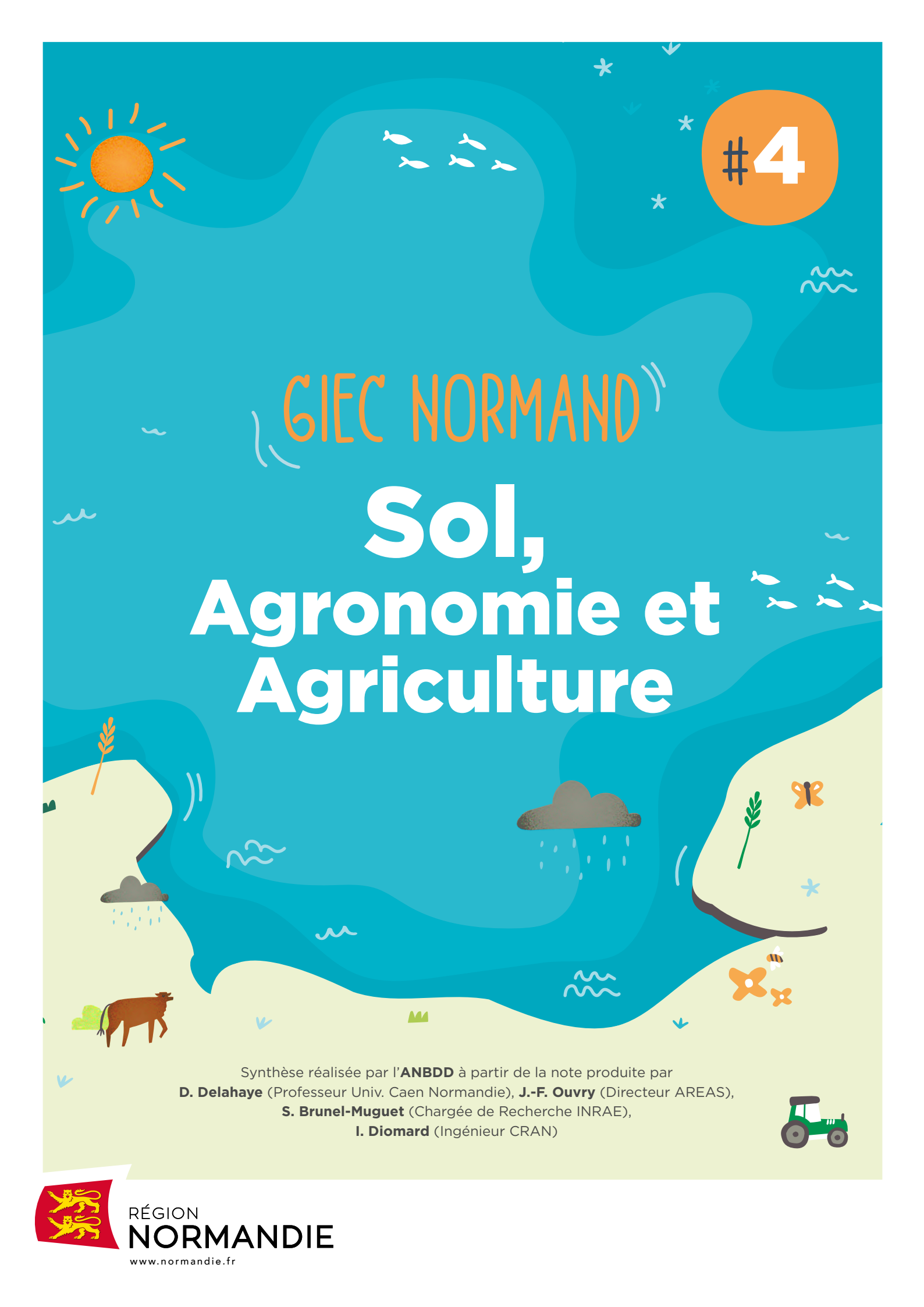




#4

GIEC NORMAND

Sol, Agronomie et Agriculture

Synthèse réalisée par l'**ANBDD** à partir de la note produite par
D. Delahaye (Professeur Univ. Caen Normandie), **J.-F. Ouvry** (Directeur AREAS),
S. Brunel-Muguet (Chargée de Recherche INRAE),
I. Diomard (Ingénieur CRAN)



RÉGION
NORMANDIE

www.normandie.fr

UN GIEC POUR LA NORMANDIE

La Région Normandie a confié à un groupe de 23 chercheurs et experts normands l'étude des conséquences locales du changement climatique, pour éclairer l'action politique et mieux informer le grand public.

MÊME COMBAT

- En référence au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat mis en place en 1988, à la demande des sept plus grandes puissances économiques de la planète, **la Région Normandie a créé un GIEC normand.** À l'image de son aîné, il associe les meilleurs experts **pour appréhender les conséquences possibles du changement climatique en Normandie.**

23 SPÉCIALISTES

- **Le GIEC normand est composé de 23 chercheurs et experts, tous issus d'universités et agences normandes.** Il est coprésidé par **Stéphane Costa**, professeur de Géographie Physique et environnement à l'Université de Caen Normandie, également président du Conseil scientifique de la stratégie nationale de gestion du trait de côte, et **Benoît Laignel**, professeur en géosciences et environnement

à l'Université de Rouen Normandie et membre du GIEC international. Il **regroupe climatologues, géographes, écologues, géomorphologues, agronomes, écophysiologistes, géologues, biologistes, océanologues, épidémiologistes...**

9 DOMAINES D'ÉTUDE

- De janvier à décembre 2020, ils **ont établi un diagnostic dans neuf domaines d'étude :** les changements climatiques et aléas météorologiques, la qualité de l'air, l'eau, la biodiversité, les sols et l'agriculture, la pêche et la conchyliculture, les territoires (habitat et mobilités), les systèmes côtiers, la santé (pollutions, nouvelles maladies).

ÉTAT DES LIEUX

- La somme de leurs travaux est traduite au sein d'un corpus de documents de synthèse à destination de tous les décideurs de la région et du grand public. **Grâce à ce travail de projection, le GIEC normand endosse le rôle de lanceur d'alerte auprès des normands.** ●

POUR EN SAVOIR +

Suivez l'évolution des travaux de recherche du GIEC normand sur **normandie.fr**

Caractéristiques générales des sols et de l'agriculture normande

LE SOL, UN ÉLÉMENT DE L'ÉCOSYSTÈME AUX MULTIPLES ENJEUX

A la fois régulateur de la ressource en eau, déterminant de la qualité de l'air, composante essentielle de la biodiversité des milieux, support des productions agricoles et facteur de maintien et de développement des populations, le sol assure des fonctions environnementales, écologiques, productives et sociétales participant au maintien des équilibres fragiles des territoires. Par conséquent, le sol constitue un patrimoine naturel dont la gestion durable doit s'imposer comme une priorité tant au niveau local que global.

La variété de ses sols, sa mosaïque unique de paysages et de systèmes agraires font de la Normandie un laboratoire unique pour l'étude de la durabilité des systèmes agricoles dans la perspective du changement climatique.

Dans cette fiche seront abordées deux questions prioritaires :

LE RUISSELLEMENT ÉROSIF

L'érosion des sols constitue un enjeu régional majeur. Outre la perte de terres qu'il entraîne, le ruissellement érosif conduit à une dégradation de la qualité des eaux en aval, liée au transfert dans les cours d'eau de particules de terre érodées, sur lesquelles des substances potentiellement polluantes (notamment phosphates et pesticides) sont adsorbées. Le ruissellement chronique



Figure 1 |
Diversité des paysages et des activités agricoles sur le territoire Normand par secteur géographique (Rapport Agriscopie 2019, Observatoires des données 2017-2018, CRAN)

- Bocage élevage lait-viande
- Grandes cultures
- Polyculture et élevage
- Agglomération
- Forêt
- Marais et polder
- Maraîchage et verger

peut ponctuellement prendre un caractère catastrophique en contribuant à la formation de crues rapides (coulées de boue).

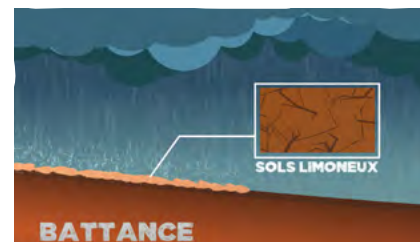
LES PRODUCTIONS AGRICOLES

La Normandie est la première région agricole française (2 millions d'hectares de surface agricole utile, SAU, représentant 70% du territoire) où se côtoient cinq principaux systèmes agricoles : élevage laitier spécialisé, polyculture-élevage laitier, élevage viande spécialisé, polyculture-élevage-viande et grandes cultures dont le lin textile, représentant 63% de la production française. Avec 31 000 exploitations agricoles d'une

taille moyenne de 64 ha et une forte activité du secteur agroalimentaire (premier secteur d'activité industrielle de la région représentant 15% des emplois industriels), il est fondamental d'estimer les conséquences du changement climatique le plus en amont possible des filières de transformation. En effet, si les effets du changement climatique s'observent déjà sur les productions agricoles, c'est également l'ensemble de la filière en aval qui s'en trouve impacté. Les enjeux à venir portent donc sur la proposition de leviers de mitigation des effets de ces évolutions climatiques d'une part et d'adaptation des systèmes agricoles d'autres part, et ce, à différentes échelles. ●

MODÈLES UTILISÉS DANS LE CADRE DE CETTE SYNTHÈSE

- Scénario RCP du GIEC
- Programme Evapore (Patault et al, 2020)
- Modèle WaterSed (V Landemaine 2016)
- Programme Pesticeros (AREAS 2019)
- Programme ORACLE (édition 2020)
- Projet européen AGRI ADAPT (2016-2020)



plus variés, souvent de faible épaisseur et moins battants, ils sont en revanche sensibles aux surplus hydrologiques. Le Pays de Caux se dégage clairement comme l'espace le plus enclin à la formation du ruissellement et au développement des processus d'érosion. L'évolution de la pluviométrie attendue à l'horizon 2100 peut potentiellement impacter les processus de battance.

La croissance hivernale de la pluviométrie, même pour le scénario le plus pessimiste, reste en deçà de la variabilité pluviométrique déjà observée aujourd'hui. Nous ne partons donc pas dans l'inconnu mais plutôt vers une fréquence accrue d'années humides. En projetant le scénario RCP 8.5 c'est-à-dire une augmentation comprise entre 10 à 27% de la pluie moyenne pour les trois mois d'hiver, on peut estimer que les hauteurs d'eau de période de retour triennale actuellement se produiront potentiellement tous les ans au sud de la diagonale Granville/Gournay.

L'évolution du climat va entraîner une augmentation de la susceptibilité des sols à l'érosion hydrique. Toutefois cette augmentation pourrait être minimisée sous l'effet d'une modification des cycles végétatifs. On constate déjà depuis de nombreuses années une avancée significative de la phénologie en Europe (Seguin, 2010). Il est évident également que les systèmes agricoles pourront s'adapter par le renforcement de pratiques culturales conservatrices ou l'évolution des systèmes de

Les conséquences du changement climatique sur la qualité des sols et des productions agricoles = LES CONSTATS



LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ALÉA RUISSellement ÉROSIF ET LA QUALITÉ DES SOLS

ÉVOLUTION DE LA PLUVIOMÉTRIE EN NORMANDIE

Le climat est un agent majeur du système érosif et de sa variation dépend l'évolution dans un sens ou dans un autre de tout le système. Selon le scénario RCP 8.5 du GIEC à l'horizon 2100, les années, tout en étant moins arrosées (-10% de pluies cumulées environ), présenteront de grandes disparités saisonnières avec notamment des étés plus secs (jusqu'à -27 %) et des hivers plus humides (+13,6 % en moyenne). Cette évolution n'est pas uniforme spatialement. Les saisons intermédiaires sont éga-

lement marquées par une diminution de la pluie avec - 9% en moyenne au printemps mais surtout - 20% à l'automne. L'instabilité étant plus prononcée, les précipitations intenses (au-dessus du 90ème centile annuel) vont augmenter principalement en été et en hiver (+ 10%).

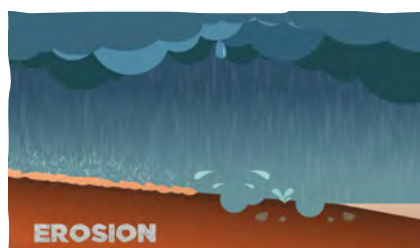
SUSCEPTIBILITÉ AU RUISSellement ET À L'ÉROSION

Les limons de plateau forment une couverture largement développée allant du bassin sédimentaire de la plaine de Caen à la boutonnière du Pays de Bray. De nature variable, cette couverture est le support de sols le plus souvent riches en limon sensibles aux processus de battance. Un cumul pluviométrique de 90 mm voire de 60 mm suffit pour passer d'un faciès fragmentaire à une surface imperméable, permettant la formation régulière du ruissellement et le développement du système érosif. Sur le massif ancien (partie ouest de la Normandie), les sols sont



production. Les travaux de modélisation menés dans le cadre du programme Evapore (Patault et al, 2020) montrent qu'à l'horizon 2050, pour la crue d'occurrence décennale, l'hypothèse de réduction de 1% par an des surfaces en prairie conduit à une augmentation de 13.7 % de la lame ruisselée, alors que l'application de pratiques culturales dites de conservation des sols sur 50% des surfaces labourées la réduit de 11.7% (modèle WaterSed (V Landemaine 2016)).

ÉROSION ET TRANSFERT DE SÉDIMENTS



L'identification des connexions hydrologiques entre les surfaces productrices de sédiments sur les versants et le cours d'eau est fondamentale. Les bassins versants bocagers ou d'openfield présentent des niveaux très différents de connectivité. Les flux solides sont très sensibles aux forçages climatiques mais ils sont avant tout fortement dépendants des caractéristiques environnementales des bassins versants. Les variables morphologiques, pédologiques, paysagères, agricoles... déterminent des réponses des hydrosystèmes très variés malgré un contexte climatique assez homogène. Le développement du système érosif et l'exportation des matières en suspension (MES) vers les cours d'eau se font principalement en hiver et secondairement en automne.

Les résultats du programme Pesticros (AREAS 2019) sur un bassin versant en grandes cultures en

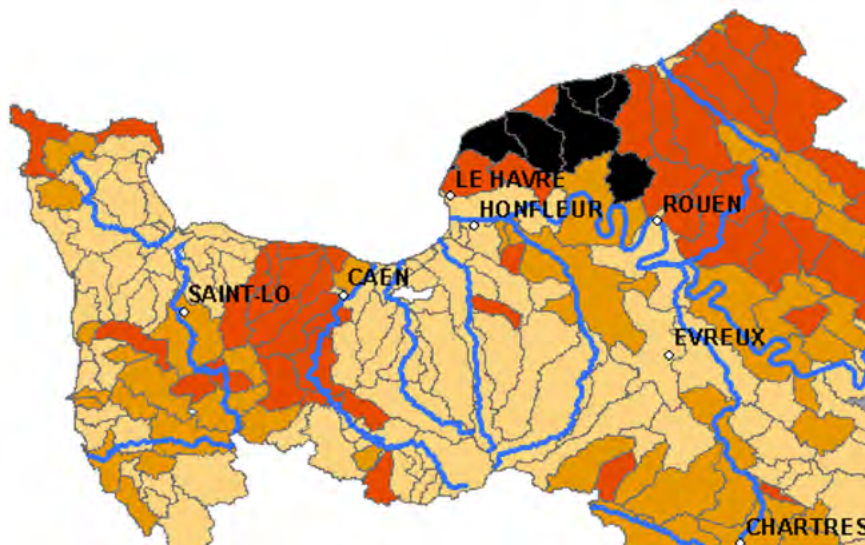


Figure 2 |
Aléa érosion des sols en Normandie
(source AESN 2005)

milieu d'openfield démontrent que 89% des exports ont lieu en automne-hiver et proviennent surtout de l'érosion et du ruissellement sur les versants. Dans les projections du GIEC, la période hivernale sera plus humide (de 5 à 27%) ce qui peut laisser craindre un renforcement des transferts sédimentaires.

Dans les domaines de bocages, l'évolution mensuelle des flux solides montre clairement que la grande majorité de ces derniers sont réalisés au cours de la période automnale et hivernale qui concentre entre 80 et 90% des transferts sédimentaires annuels sur l'ensemble des bassins versants et proviennent minoritairement de l'érosion de versant et plus largement des zones proches des chenaux d'écoulement. 95% des exportations se font en quelques jours durant les crues les plus importantes, ainsi plus de 50% des transferts annuels sont réalisés parfois en seulement deux jours.

La période hivernale est donc clé et surtout les séquences de fortes pluies durant cette période.

En corrélation avec les transferts de MES, le Carbone Organique (CO) est exporté des parcelles et des bassins versants. Ces exports correspondent à des pertes moyennes de matières organiques importantes pouvant atteindre annuellement 3.3 % du stock de MO de la couche labourée. Quant au Phosphore total, il est exporté de façon significative en lien avec les teneurs en Carbone Organique et en MES. Plus de 85% de ces exports ont lieu en automne-hiver.

DU RUISSellement À LA COULÉE DE BOUE



Des « crues rapides » se manifestent en Normandie, localement nommées « coulées de boue ». Elles frappent principalement l'ex Haute-Normandie et





plus ponctuellement la bordure orientale du Calvados. Les études ont montré qu'il coexistait deux types de « coulées de boue » dans la région (Delahaye 2008) : Les coulées de boue hivernales sont liées à de longues pluies peu intenses et les événements printaniers ou estivaux associés à des orages. Il est très difficile de se prononcer sur le devenir de ces processus à long terme. Les phénomènes hivernaux peuvent potentiellement se renforcer selon les principes et les limites avancées précédemment.

À l'horizon 2050, les événements pluvieux de fréquences rares pourraient être plus fréquents (passer de 10 ans à 9 ans selon le scénario le plus optimiste « RCP 4.5 » voire 8 ans selon le scénario pessimiste « RCP 8.5 » du GIEC et passer de 100 ans à 80 ans selon le scénario « RCP 4.5 » voire 65 ans selon le scénario « RCP 8.5 » du GIEC).

ADAPTATION ET MITIGATION



Face à ces phénomènes, les mesures reposent sur trois niveaux d'actions complémentaires :

- Améliorer l'infiltration des eaux pluviales agricoles et urbaines. Les mesures sont préventives et reposent sur l'adaptation des pratiques culturales. Dès lors que les pratiques sont correctement mises en œuvre, les taux de réduction des ruissellements s'échelonnent entre 10 et 80% pour les pluies courantes, jusqu'à décennales.

- Limiter l'arrachement de particules par érosion diffuse ou linéaire. Cela concerne les pratiques culturales pour accroître la

stabilité structurale, ou des aménagements permettant d'augmenter la résistance au cisaillement, types chenaux enherbés. Les semis directs sous mulch avec un couvert permanent des sols montrent des capacités d'infiltration au moins deux fois supérieures à celles sous labour.

- Les zones tampons ou aménagements à l'interface entre les secteurs d'érosion et les secteurs à enjeux. L'efficacité des haies et des fascines sur le taux de sédimentation est comprise entre 47 % et 98% des apports.

Les résultats scientifiques par objet sont suffisamment nombreux pour permettre le développement des zones tampons et les changements de pratiques culturales. Mais sur un territoire, l'efficacité dépend avant tout de leur mise en œuvre et de leur densité. Les résultats issus de modélisations du programme Evapore (Patault et al., 2020) sont clairs. En cas de retournement de 1/3 des prairies, le flux sédimentaire croît de 7.45%. La mise en œuvre d'un programme ambitieux de zones tampons (fascines et bandes enherbées) comme celui de l'adoption de pratiques culturales de conservation des sols sur 50% des terres labourées, ré-

duisent respectivement de 44% et 49 % les flux sédimentaires de ces types d'événements pluvieux.



LES PRODUCTIONS AGRICOLES

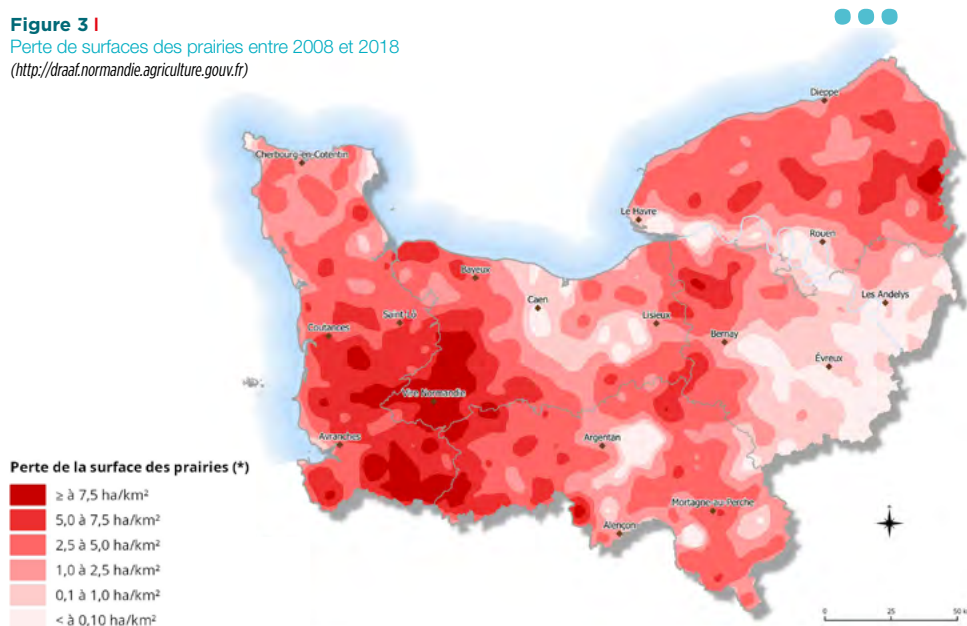


ÉVOLUTION PASSÉE DES SURFACES ET DES NIVEAUX DES PRODUCTIONS AGRICOLES EN LIEN AVEC LES TENDANCES CLIMATIQUES ET LES ÉVÈNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES

1. EVOLUTION DES SURFACES

Si aucune tendance significative quant aux surfaces dédiées aux principales cultures de rente n'est observée, une perte des

Figure 3 |
Perte de surfaces des prairies entre 2008 et 2018
(<http://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr>)





surfaces prairiales est surtout notable dans la Manche (-27 115 ha), puis la Seine Maritime (-20 204 ha), l'Orne (-19 969 ha) et le Calvados (-19 640 ha). (cf. Figure 3)

Globalement, la polarité des zones de production a été relativement maintenue au cours des dernières décennies. L'ampleur relative des changements climatiques récents n'a pas remis en question les spécificités géographiques des activités agricoles observées à l'échelle régionale.

2. ÉVOLUTIONS DES NIVEAUX DE PRODUCTIONS

Les niveaux de production des cultures normandes ont été analysés en lien avec le climat depuis 1959 dans le programme ORACLE, destiné à soutenir les agriculteurs dans leur démarche d'adaptation au changement climatique (ORACLE, édition 2020).

BLÉ TENDRE

L'évolution des rendements en blé tendre observée dans les 5 départements est marquée par deux périodes. Des années 1970 jusqu'en 1996, les rendements doublent (de 40-50 qtx/ha à 70-80 qtx/ha), puis débute une période de stagnation d'origine multifactorielle. La fréquence accrue de températures élevées durant la phase de remplissage des grains induit le phénomène dit d'échaudage. Il est estimé que l'impact du changement climatique en Normandie, perceptible depuis la fin des années 1990, contribue au plafonnement des rendements à hauteur de 30-50%.

BETTERAVE INDUSTRIELLE

Une forte progression des rendements en 50 ans (passant de 400 qtx/ha à 900 qtx/ha) est observée en Normandie. On estime à 25% la contribution de l'amélioration variétale, à 25%

celle des pratiques culturales et à 50% celle des effets de l'augmentation des températures. Néanmoins, ces effets bénéfiques des températures élevées peuvent être nuancés par des stress thermiques tardifs délétères sur le rendement et l'extractibilité des sucres.

MAÏS ENSILAGE

Depuis les années 1980, les rendements dans les 5 départements ont progressé (+0.47 qtx/ha/an à +1.37 qtx/ha/an pour la Manche et l'Eure respectivement). Cette progression s'expliquerait par l'avancée observée des dates de semis combinée à l'utilisation de variétés plus tardives permises par l'augmentation des températures. Dans un futur proche, l'accentuation de l'augmentation des températures notamment pendant la phase de remplissage du grain, associée à des périodes de stress hydrique devrait contraindre le potentiel de production. Le choix et la possibilité d'irriguer ou non impactera les évolutions des rendements dans un futur proche.

CULTURES PRAIRIALES

L'évolution des rendements pour les prairies temporaires et les surfaces toujours en herbe est relativement stable depuis les années 1990, masquant une forte variabilité interannuelle. L'augmentation d'épisodes de stress hydrique estival associée à la hausse du rayonnement affecte négativement le potentiel de production. Néanmoins, l'augmentation du CO₂ atmosphérique et l'apparition plus précoce de températures douces ont des effets positifs sur la production de biomasse, et permettent également d'allonger la période de production. Des modifications saisonnières de niveaux de productions déjà observées seront probablement amplifiées dans un futur proche : le printemps réunit les conditions favorables

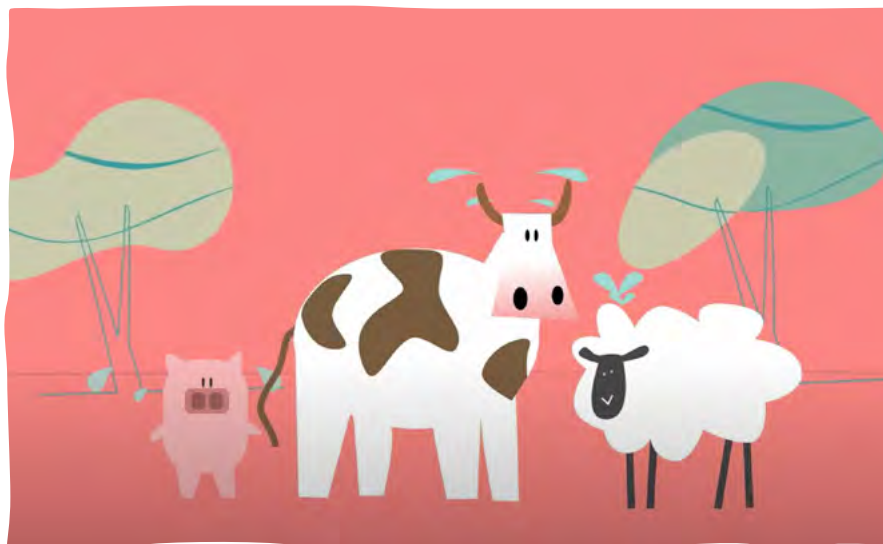


à une production intense, tout comme l'hiver plus doux enregistrant moins de jours gélifs ; l'été est marqué par des vagues de chaleur affectant le potentiel de production, qui reprend à l'automne.

LIN TEXTILE

Malgré une forte variabilité interannuelle, les rendements moyens sont passés de 60 qtx/ha à 70 qtx/ha avec une meilleure progression en Seine Maritime (+0.50 qtx/ha/an) et dans l'Eure (+0.38 qtx/ha/an) que dans le Calvados. La variabilité interannuelle et entre départements des rendements résulte principalement des conditions hydriques fluctuantes (pluviométrie et réserves hydriques du sol) à l'implantation et pendant les 100 premiers jours de végétation. Les épisodes intenses de chaleur et de sécheresse, plus fréquents au printemps et en été, sont préjudiciables à la qualité des fibres. Néanmoins, si des périodes de sécheresse sont délétères vis-à-vis du rendement en fibres, elles peuvent avoir des effets bénéfiques sur la lignification des fibres (limitant les risques de verse). À la différence du lin textile, le lin oléagineux pourrait voir sa production progresser dans les prochaines années en raison des conditions climatiques, plus pénalisantes pour le lin fibre. ●

PROJECTIONS FUTURES POUR les PRODUCTIONS AGRICOLES = LE FUTUR



3

PROJECTIONS DANS UN FUTUR PROCHE D'INDICATEURS AGROCLIMATIQUES DESCRIPTEURS DE RISQUES POUR LES PRODUCTIONS AGRICOLES

Les données de projections disponibles pour les 5 départements de la Normandie concernent des indicateurs agroclimatiques à horizon 2046. Ces données sont issues du projet européen AGRI ADAPT (2016-2020)

- **Indicateurs agroclimatiques grandes cultures :** Les indicateurs « grandes cultures » concernent principalement les risques d'échaudage thermique (de la floraison à l'épiaison), de stress de basses températures au début de la montaison, de gel automnal, de sécheresse pendant le remplis-

sage du grain, et l'accessibilité des parcelles à la récolte. Les risques d'échaudage thermique sont très variables mais en forte augmentation dans l'Eure, la Seine-Maritime et l'Orne. Les risques de stress au froid au début de la montaison sont globalement stables. Les risques de gel automnal sont différents selon les départements (de nuls à faibles). Les risques de sécheresse pendant le remplissage du grain augmentent dans la

Manche, le Calvados et l'Eure. L'accessibilité à la récolte est le seul indicateur pour lequel les projections climatiques sont favorables pour la Seine-Maritime et l'Eure ou non impactés par pour les autres départements.

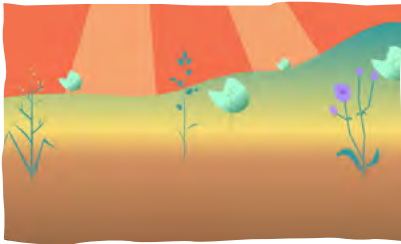
- **Indicateurs agroclimatiques fourrage :** Les indicateurs « fourrages » concernent la date de redémarrage de pousse de l'herbe, la date de fauche précoce et le stress hydrique. En tendance, cette date de redémarrage de pousse de l'herbe est avancée. La date de fauche précoce est variable dans chaque département (sauf la Manche, toujours plus tardive) et le stress hydrique est globalement plus important dans tous les départements.
- **Indicateurs agroclimatiques élevage :** Les indicateurs « élevage » concernent le stress thermique (canicule ou froid) pour les ruminants conduisant à des besoins en climatisation ou en chauffage des bâtiments d'élevage. Globalement, le stress thermique et les besoins en climatisation augmentent sur la période projetée (2018-2046) alors que les besoins en chauffage baissent. ●

Données à surveiller et études complémentaires à mener

- **Le nombre réduit de données relatives aux effets du changement climatique couvrant le 21^{ème} siècle, sur les rendements des principales productions agricoles réside dans la quasi absence d'études de modélisation à l'aide de modèles adéquats. De ces études, découleraient de nouveaux schémas d'adaptation, en visant les risques environnementaux majeurs pour mieux définir des combinaisons « itinéraires techniques/cultures » innovants et adaptés. Néanmoins, certaines filières ont déjà bénéficié de cette approche (production fourragère pour la filière lait). ●**

PROPOSITION en matière de recherche et d'action

4



QUELLES ACTIONS D'ADAPTATION
DES SYSTÈMES AGRICOLES ET
D'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT
CLIMATIQUE À CONDUIRE
SUR LE TERRITOIRE NORMAND ?

SYSTÈME D'ÉLEVAGE

• RAPPEL

Les systèmes vont être impactés par les hausses de températures estivales, le déficit hydrique et l'augmentation de la fréquence des pluies à certaines périodes. Ce sont plus particulièrement la gestion des prairies et des cultures fourragères annuelles ainsi que la santé des animaux et leur capacité de production qui vont subir les changements.

• PROPOSITIONS

- Les hausses de températures estivales vont accentuer le creux de pousse pendant la période de pâturage nécessitant de décaler cette période plus tôt et/ou plus tard dans la saison (voir Figure 4) et d'avancer les dates de récolte de l'herbe en préférant l'enrubannage et l'ensilage ou le séchage en grange,

facilement réalisables avant de potentielles sécheresses estivales aux effets délétères sur la qualité.

- L'introduction d'espèces prairiales (fétuque, dactyle, chicorée) et de cultures fourragères (sorgho, betterave fourragère) plus résistantes à la sécheresse ainsi que des semis plus précoces seront des leviers pour maintenir une production satisfaisante.
- Par ailleurs, l'adaptation des bâtiments d'élevage et des abords (plantation de haies, taillis...) favorisent une meilleure ventilation et/ou des flux d'air.

PRODUCTIONS VÉGÉTALES : GRANDES CULTURES ET CULTURES INDUSTRIELLES

• RAPPEL

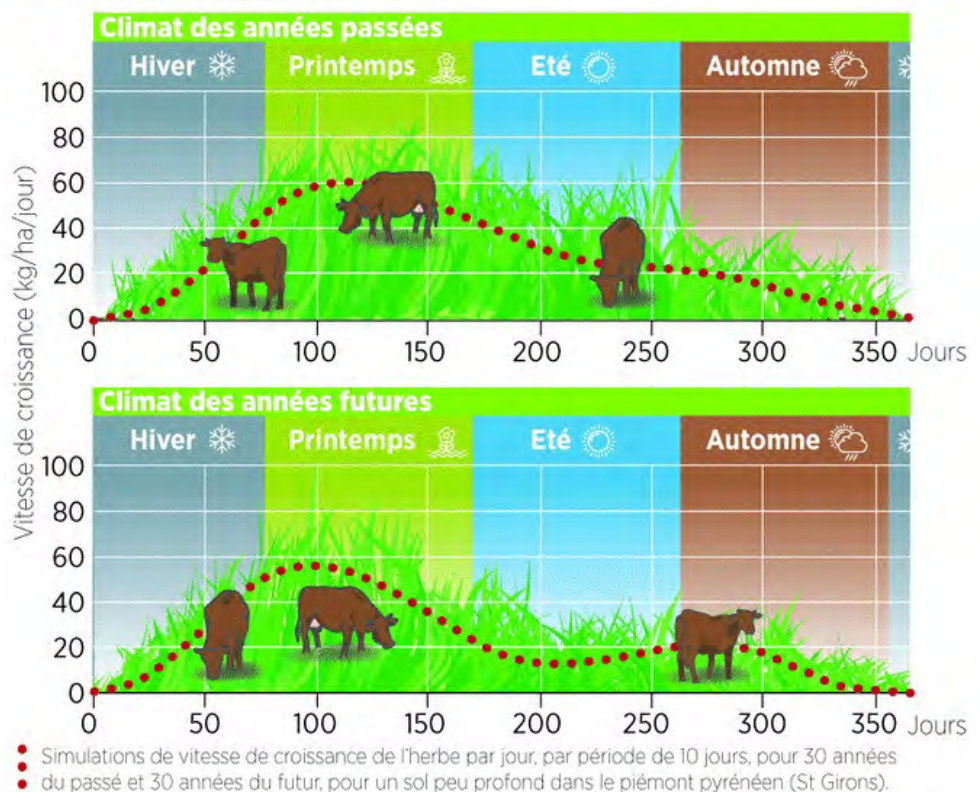
Les cultures seront impactées par la hausse des températures, l'accentuation des risques de sécheresse, les aléas climatiques et la hausse de pression des ravageurs.

Figure 4 |

Préparer les éleveurs à s'adapter au changement climatique grâce à l'expérimentation virtuelle (Illustration : Piémont Pyrénéen)

Source : INRAE.

Le changement climatique va impacter la croissance de l'herbe tout au long de l'année



• PROPOSITIONS

- **À l'échelle de la culture, il s'agit de privilégier les variétés résistantes aux stress hydrique et thermique et tolérantes au pathogènes.** La culture de variétés en mélange favorise également leur résilience individuelle face aux aléas climatiques. Pour les céréales d'hiver, la combinaison variété/date de semis est également importante pour assurer un remplissage des grains avant période de température élevée.
- **À l'échelle du système cultural, les itinéraires techniques devront être modifiés en proposant des dates de semis ou de récoltes plus précoces.** L'allongement du cycle de culture peut également être bénéfique pour un meilleur enracinement palliant les stress hydriques.
- **Face à l'augmentation des températures, il faudra favoriser l'implantation de cultures favorables à cette hausse** (tournesol, soja) ainsi que des cultures intermédiaires ou des cultures après moisson pour limiter les risques d'échecs de semis sur un sol trop sec à la fin de l'été. La diversification des cultures, ainsi que des rotations ou le développement de l'agroforesterie favorisent la résilience des cultures.
- **Au niveau de la gestion du sol, l'objectif est une meilleure gestion des réserves hydriques du sol et une diminution de l'érosion en réduisant le travail du sol,** favorisant la couverture permanente du sol, augmentant la matière organique du sol et également toute technique pour limiter la battance et le ruissellement (installation de bandes enherbées, haies, fascines, restructuration parcellaire). L'irrigation doit être adaptée au nouveau contexte climatique tout comme le choix des cultures en remplaçant celles gourmandes en eau (maïs, pommes de terre, betterave...) par des cultures plus

économiques (lentilles, tournesol, pois chiche...).

Les spécificités territoriales du changement climatique imposeront une modulation des principales actions d'adaptation à conduire.



QUELLES SONT LES
MESURES D'ATTÉNUATIONS
EN REGARD DES IMPACTS
CLIMATIQUES SUR LES
PRODUCTIONS AGRICOLES
NORMANDES ?

POUR LA PRODUCTION LAITIÈRE

Il ressort plusieurs leviers pour réduire les émissions en CO₂ et stocker davantage de Carbone (C) par litre de lait produit. Par exemple, en augmentant la quantité d'herbe valorisée des prairies, en favorisant les rotations longues, en privilégiant le pâturage pour réduire les transports et le stockage des effluents.

POUR LA PRODUCTION VÉGÉTALE

Les pratiques agricoles ont un rôle majeur dans l'atténuation des effets du changement climatique via la réduction et le stockage des GES. Cette approche repose

sur la consommation plus responsable et durable d'intrants afin d'abaisser les coûts énergétiques de production et de transport.

POUR LE STOCKAGE DE CARBONE

Le changement de pratiques comme l'extension des cultures intermédiaires, le semis direct, les apports au sol de nouvelles ressources organiques, l'insertion et l'allongement de prairies temporaires dans les successions de grandes cultures, le développement de l'agroforesterie intraparcélaire et l'implantation de haies sont des mesures d'atténuation. ●

Conclusion

Les enjeux du changement climatique pour les sols sont forts au vu des différentes projections climatiques aux horizons 2050 et 2100, la connaissance doit continuer à progresser mais des pistes d'adaptation et de mitigation existent. Certaines sont inhérentes au changement climatique lui-même. :

- Les stades phénologiques vont évoluer avec un avancement prononcé de la levée et du tallage pour une couverture plus rapide du sol et la réduction de la battance.
- Les processus de ruissellement ne sont pas sous contrôle mais la connaissance en matière de stratégie d'aménagement et d'outils à déployer sur le terrain est acquise.
- Le changement climatique ne doit pas se substituer à une réflexion plus systématique sur le changement global.
- La poursuite d'expérimentations en matière d'hydraulique douce, le développement de méthodes et d'indicateurs de suivi à pas de temps fin (indicateurs en temps réel) feront monter en puissance les capacités d'adaptation et de mitigation.

Les enjeux pour le domaine agricole et les actions à poursuivre sont les suivantes :

- Bien que les effets directs du changement climatique sur l'agriculture demeurent modérés et que d'autres facteurs sont à considérer (urbanisation, crises agricoles, moindre progrès génétiques), des mesures d'adaptations aux facteurs climatiques sont en cours de développement surtout en zone sèche. Elles s'avèrent nécessaires pour éviter des mesures de rupture de la gestion des systèmes agricoles (pertes de terres cultivées, changement d'activités).
 - Le développement de mesures d'atténuation pour limiter les impacts sur les exploitations (plantation de haies, semis direct, rotations plus longues...).
 - Des besoins de projections des rendements des cultures (projets quasi absents pour le territoire normand) pour évaluer l'ampleur des impacts des scénarii et identifier des priorités d'actions.
 - Favoriser les démarches de sciences participatives pour tester la faisabilité des actions d'un point de vue technique et financier. ●
-

ANNEXE 1

Photos I

Processus d'érosion

(source : D. Delahaye) (A)

Croute de battance généralisée sur un semis de blé (Pays de Caux, décembre 2018) (B)

Circulation du ruissellement sur semis battu de blé et formation d'une bétoire (Pays de Caux, décembre 2018) (C et D)

Formation de rigoles et de ravines (Pays de Caux, février 2020)

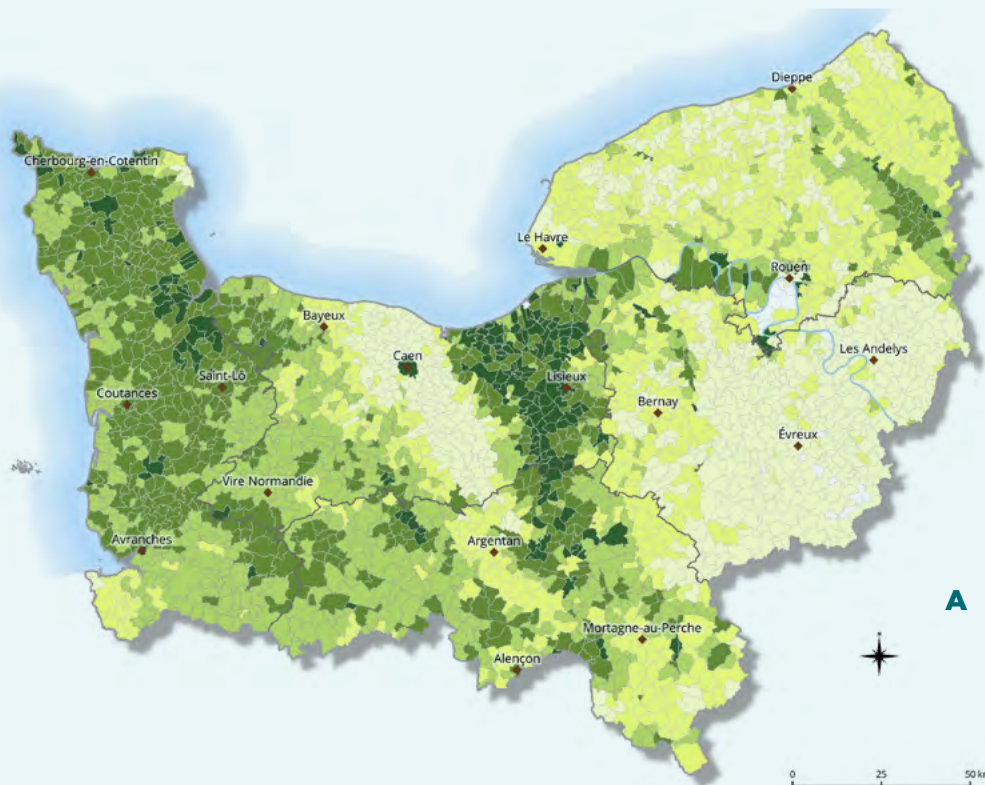
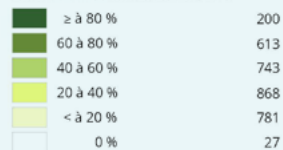


ANNEXE 2

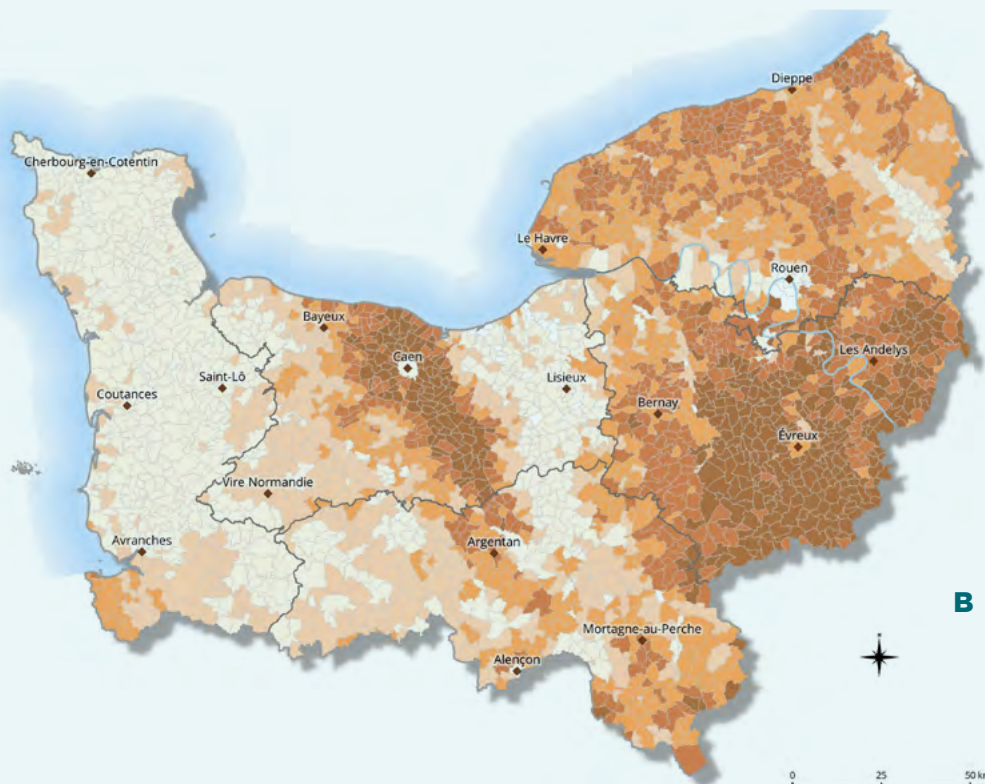
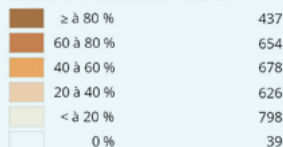
Cartes I

Part des surfaces (A) des prairies et (B) de céréales, oléagineux, protéagineux (COP) et autres grandes cultures (GC) par commune en Normandie en 2011 (<http://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr>)

Part des surfaces des prairies dans la SAU communale en 2011



Part des surfaces des COP-GC dans la SAU communale en 2011

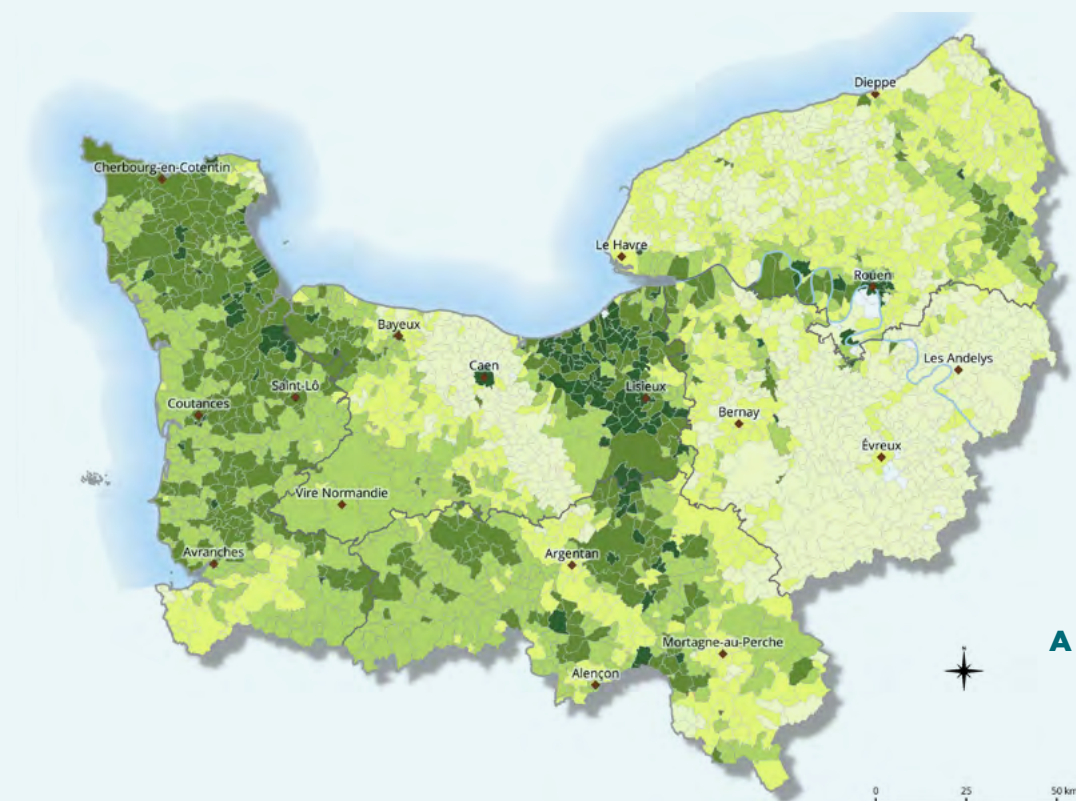
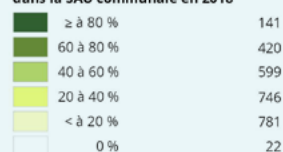


ANNEXE 3

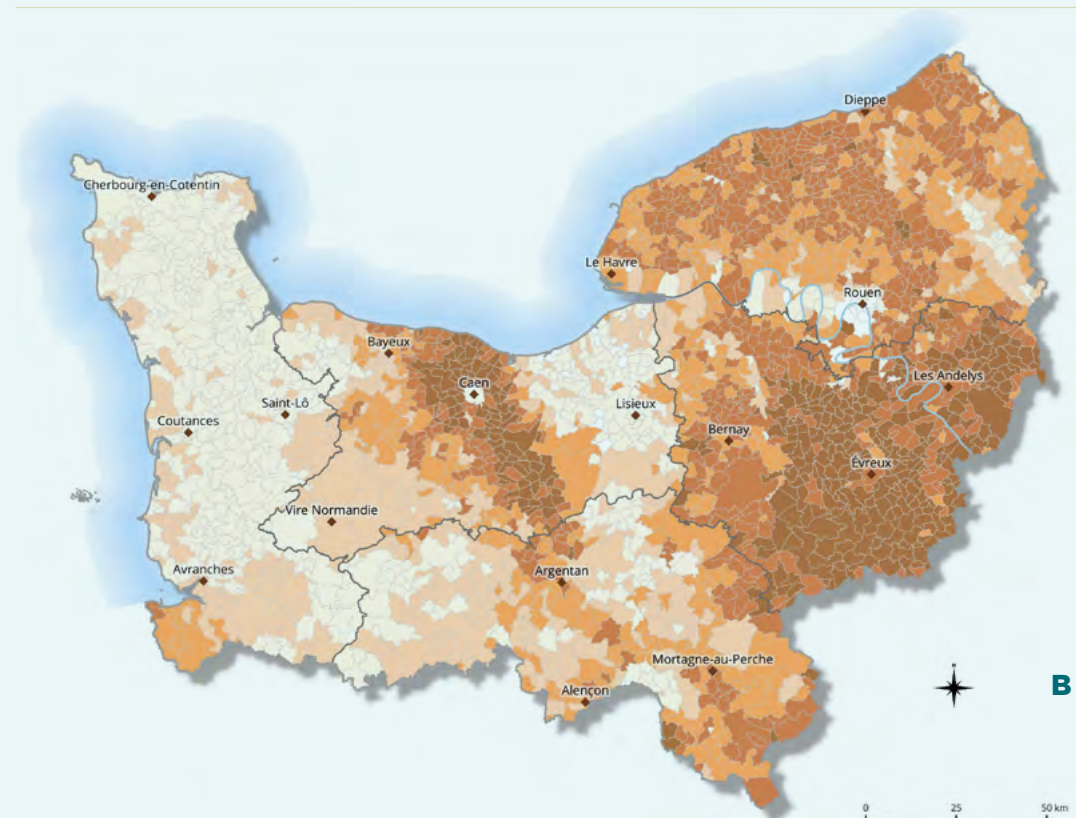
Cartes I

Part des surfaces (A) des prairies et (B) de céréales, oléagineux, protéagineux (COP) et autres grandes cultures (GC) par commune en Normandie en 2018 (<http://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr>)

Part des surfaces des prairies dans la SAU communale en 2018



Part des surfaces des COP-GC dans la SAU communale en 2018





Abbaye-aux-Dames • Place Reine Mathilde
CS 50 523 • 14035 Caen Cedex 1
Tél. : 02 31 06 98 98 • Fax : 02 31 06 95 95



Direction Énergies, Environnement, Développement Durable
DEEDD@normandie.fr • 02 31 06 96 91
www.normandie.fr