

UTILISATION DES CRÉDITS KYOTO PAR LES INDUSTRIELS EUROPÉENS : D'UN MARCHÉ EFFICACE A L'ÉCLATEMENT D'UNE BULLE

Nicolas Stephan¹, Valentin Bellassen² et Emilie Alberola³

Sur la phase 2 (2008-2012) du marché européen des quotas (EU ETS), plus d'un milliard de crédits Kyoto ont été restitué par les industriels européens (675 millions de CER et 383 millions d'ERU). Les crédits Kyoto ont toujours été moins chers que les EUA, initialement pour des raisons d'asymétrie d'information, puis du fait du seuil maximal de restitution de crédits de l'ordre de 1 650 MtCO₂e à l'échelle européenne. La restitution de crédits permet aux installations de réduire leurs coûts : l'économie minimale réalisée par les installations assujetties à l'EU ETS est estimée entre 4 milliards et 20 milliards d'euros sur 2008-2012. L'utilisation de CER et d'ERU au sein de l'EU ETS a été exponentielle. Elle a également été efficace économiquement, et ce à plusieurs sens :

1. une large majorité des installations – 70 % représentant 90 % des émissions couvertes – a utilisé la possibilité de restituer des crédits ;
2. l'utilisation de crédits a été principalement limitée par l'offre : une fois délivrés, les crédits trouvent très vite leur chemin – en moyenne sept mois – entre le compte du producteur et celui du consommateur final ;
3. l'utilisation des crédits a été indépendante de la position – déficitaire ou excédentaire en quotas – de l'installation : même les installations excédentaires qui n'en avait pas « besoin » ont restitué des crédits pour minimiser leurs coûts de conformité ;
4. le développement des infrastructures de marché a joué un rôle important dans la rencontre entre acheteurs et vendeurs de crédits en assurant l'émergence d'un prix et en améliorant la transparence de l'information.

La demande de l'EU ETS s'est tarie car les entreprises ont d'ores et déjà – depuis mi-2012 – contractualisé l'achat d'autant de crédits que leur limite maximale de restitution. Cette limite, fixée en 2004, n'a été que marginalement augmentée en 2009 avec la révision de la directive EU ETS pour la phase 3 : la limite est passée d'environ 1 400 MtCO₂e autorisés sur 2008-2012 à 1 650 MtCO₂e autorisés sur 2008-2020, soit seulement 250 millions supplémentaires sur les 8 années 2013-2020.

La bulle a éclaté au second semestre 2012 suite à la conviction du marché que la demande européenne était tarie, conviction aggravée par l'inondation d'ERU russes et ukrainiennes qui tout deux ont accéléré la délivrance de crédits ERU avant la fin de la première période d'engagement du Protocole de Kyoto (CP1). Les milliers d'utilisateurs industriels acheteurs de CER/ERU ont donc été remplacés par quelques Etats rendant le marché des crédits internationaux bien moins liquide.

Ainsi, les restrictions qualitatives introduites dans la phase 3 de l'EU ETS supposées rééquilibrer le marché, sont devenues obsolètes avant même leur entrée en vigueur au 1^{er} mai 2013. On notera sur ce point que l'Union Européenne est à ce jour la seule région du monde à ne pas obliger ses opérateurs industriels à restituer un minimum de crédits domestiques pour leurs conformités (Annexe 8).

¹ Nicolas Stephan est chargé de recherche dans le pôle « marchés du carbone et des énergies ». nicolas.stephan@cdcclimat.com / +33 1 58 50 77 72.

² Valentin Bellassen est chef de pôle mécanisme de projets, forêts et agriculture.

³ Emilie Alberola est responsable du pôle « marchés du carbone et des énergies ».

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier tous ceux qui les ont aidés à préparer ce rapport et en particulier Boubekou Ouagla, Erik Haites (Margaree Consultants Inc), Raphael Trotignon (Chaire Economie du Climat), Christine Faure-Fédigan (GDF Suez), Vincent Mage (Lafarge), Sanjay Patnaik (George Washington University), et Rob Elsworth (Sandbag) pour leur relecture attentive et leurs commentaires constructifs.

Les auteurs remercient également l'ensemble de l'équipe de CDC Climat Recherche pour l'environnement de travail stimulant et les relectures utiles qu'elle a fournis.

Directeur de publication : Benoît Leguet - ISSN 2101-4663

Pour recevoir des actualités sur nos publications, envoyez vos coordonnées à research@cdcclimat.com

Contact presse : Maria Scolan - 01 58 50 32 48 - maria.scolan@cdcclimat.com

Cette publication est intégralement financée par l'établissement public « Caisse des Dépôts ». CDC Climat ne participe pas au financement de ces travaux.

La Caisse des Dépôts n'est en aucun cas responsable de la teneur de cette publication.

Cette publication ne constitue pas une analyse financière au sens de la réglementation.

La diffusion de ce document ne constitue ni (i) la fourniture d'un conseil de quelque nature que ce soit, ni (ii) la prestation d'un service d'investissement ni (iii) une offre visant à la réalisation d'un quelconque investissement.

Les marchés et actifs objets des analyses contenues dans ce document présentent des risques spécifiques. Les destinataires de ce document sont invités à requérir les conseils (notamment financiers, juridiques et/ou fiscaux) utiles avant toute décision d'investissement sur lesdits marchés.

Les travaux objets de la présente publication ont été réalisés à titre indépendant par l'équipe de CDC Climat Recherche. Des mesures organisationnelles en place au sein de CDC Climat renforcent l'indépendance matérielle de cette équipe. Cette publication reflète donc les seules opinions de l'équipe CDC Climat Recherche, à l'exclusion des équipes opérationnelles ou filiales de CDC Climat.

Les conclusions de ces travaux ne lient d'aucune manière l'action des équipes opérationnelles ou filiales de CDC Climat. CDC Climat n'est pas un prestataire de services d'investissement.

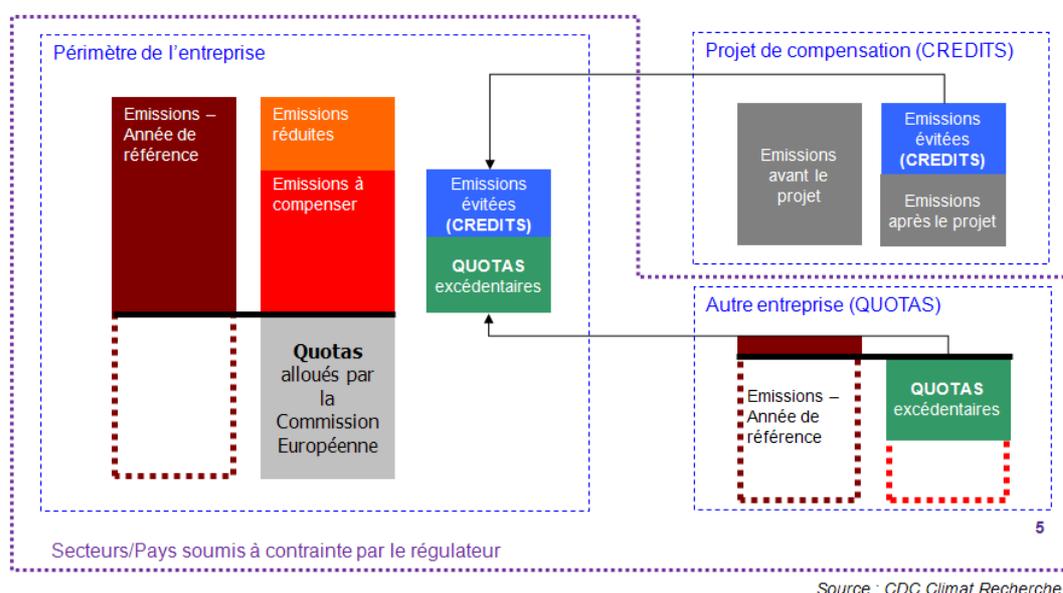
TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
I. EU ETS ET DEMANDE DE CREDITS CARBONE : UN MOTEUR A EXPLOSION	5
A. Les règles d'utilisation des crédits Kyoto en phase 2 et 3 : genèse d'une bulle spéculative	5
B. Dynamique de l'offre de crédits : une bulle amplifiée par la myopie du marché	8
C. Dynamique de la demande de crédits : éclatement de la bulle	9
II. UNE RESTITUTION EFFICACE : IMPORTANTE ET RAPIDE MAIS DOMINEE PAR LES GRANDES INSTALLATIONS	12
A. Grâce à l'intermédiation des bourses et des courtiers, la restitution de crédits n'a été limitée que par l'offre disponible	12
B. De multiples stratégies pour se mettre en conformité dans un contexte de crise	16
C. Le milliard de crédits Kyoto restitué a permis aux industriels européens d'économiser entre 4 et 20 milliards d'euros en Phase 2	18
D. Des industriels qui subventionnent indirectement leurs concurrents	20
CONCLUSION	21
ANNEXES ET METHODOLOGIES	22
REFERENCES	22
LA SERIE 'ETUDES CLIMAT' DE CDC CLIMAT RECHERCHE	24

INTRODUCTION

Le principe du marché européen d'échange de quotas (EU ETS) est de limiter les émissions des industriels qui y sont assujettis. Cette limite est matérialisée par la quantité de quotas distribuée par la Commission européenne. Les 11 000 installations concernées, qui représentent environ la moitié des émissions de CO₂ de l'Union européenne (UE) et environ 40 % des émissions de gaz à effet de serre (GES), doivent restituer chaque année autant de quotas (EUA) qu'elles ont émis de GES. Les industriels ayant émis plus de GES que la quantité de quotas qui leur avait été allouée doivent donc acheter des quotas auprès d'autres assujettis qui ont réussi à réduire leurs émissions en dessous de leur allocation. Si les quotas constituent de loin le principal actif carbone échangé sur le marché, la Directive consolidée de 2009 autorise également le recours à un second type d'actif : les crédits carbone (Commission européenne, 2009) (Figure 1).

Figure 1- Les options de conformité pour une installation du EU ETS



Les crédits carbones correspondent à des réductions d'émissions réalisées hors du périmètre assujetti à l'EU ETS. Pour s'assurer de la réalité de ces réductions, et donc de la qualité des crédits qui les matérialisent, la directive n'autorise que les crédits certifiés par les Nations Unies : les *Certified Emissions Reductions* (CER) du Mécanisme pour un développement propre (MDP) et les *Emissions Reductions Units* (ERU) de la Mise en œuvre conjointe (MOC).

Le principe de ces deux mécanismes de projets est similaire. Leur principale différence est que les projets MOC sont situés dans les pays de l'annexe B – c'est-à-dire les pays industrialisés. La MOC fonctionne sous un plafond d'émissions fixé par le Protocole de Kyoto, et ne crée pas de nouveau crédit. Dans le cadre du MDP les crédits sont créés *ex nihilo*. La MOC peut impliquer des réductions d'émissions hors UE, et notamment en Russie et en Ukraine, ou de réductions d'émissions européennes non-assujetties à l'EU ETS, comme celles des transports ou de l'agriculture. Les projets de compensation carbone situés dans les pays en développement sont quant à eux certifiés par le MDP. Les grands émergents comme la Chine, l'Inde, la Corée du Sud ou le Brésil sont les principaux pays-hôtes de ces projets.

Dans la littérature, plusieurs travaux de recherche ont étudié le comportement des acteurs en matière de restitution de crédits internationaux. Sur la base des toutes premières données sur la restitution de crédits, Fages and al., (2009) indique qu'alors qu'on aurait pu s'attendre à ce que les installations excédentaires en quotas n'utilisent pas de crédits, celles-ci ont au contraire été les plus actives. Il constate également que la restitution de crédits Kyoto varie fortement entre Etats et qu'elle est dominée par le secteur de la combustion. La raison principale de ces variations vient des poids différents des secteurs et des pays dans l'allocation de quotas. Mais la domination des énergéticiens s'explique

églement par leurs forts niveaux d'investissement dans le marché du CER primaire – investissement direct dans les projets, avant la délivrance des crédits.

L'ONG environnementale Sandbag met en avant un classement des sociétés ayant le plus bénéficié d'un surplus de quotas et fait un état des lieux de la restitution de crédits internationaux par les acteurs de l'EU ETS sur la période 2008-2011. Elle constate une nette domination des crédits restitués en provenance des projets industriels et révèle que des installations européennes de production d'acier subventionnent leurs concurrents à l'international par le bais du revenu carbone lié à l'achat de CER issu du développement de projet MDP (Elsworth and al., 2012). Par ailleurs, elle note que certains secteurs/installations qui bénéficient d'un large surplus de quotas utilisent légalement les crédits internationaux pour réduire leur coût de conformité, entraînant ainsi un manque d'incitation à réaliser des réductions d'émissions dans le périmètre EU ETS. Elle recommande d'augmenter le niveau d'ambition de l'EU ETS afin que les crédits soient utilisés en supplément des actions domestiques. Un point important concerne la qualité des projets et leur situation géographique: elle recommande d'interdire l'utilisation de crédits issus des projets controversés de destruction de HFC-23 et de favoriser l'investissement dans les projets hébergés par les pays les moins avancés (PMA) (Elsworth and Worthington, 2010).

Trotignon, (2011) pose un diagnostic largement positif sur la restitution de crédits en 2008 et 2009, soulignant qu'elle a permis d'étendre l'incitation venant de l'EU ETS à réduire les émissions au-delà des frontières européennes, tout en réduisant les coûts de conformité des participants et en diffusant des technologies faiblement carbonées vers les pays hôtes de projets. Il donne cinq raisons amenant les installations à ne pas utiliser au maximum leur limite d'importation : (1) Les règles régissant chacun des Etats Membres rendent la demande à l'échelle d'un Etat concentré et rend le moment de la restitution potentielle de crédits fortement imprévisible. (2) les coûts de transaction importants pour les petites installations. Celles-ci restituent moins fréquemment des CER, mais elles restituent proportionnellement plus de crédits que les grandes installations les années où elles opèrent à une restitution de crédits ; (3) la méconnaissance de l'existence même des crédits Kyoto par certains opérateurs, ou leur volonté de ne pas y recourir ; (4) les incertitudes sur l'offre de CER et sa demande par les autres marchés et (5) les incertitudes sur l'offre d'ERU.

L'objectif de cette Etude Climat est de poser un diagnostic sur la restitution de crédits l'ensemble de la phase 2 (2008-2012), notamment en confirmant ou infirmant les résultats précités qui ont été obtenus sur les premières années de fonctionnement du mécanisme. La première partie est consacrée aux règles gouvernant la restitution de crédits dans l'EU ETS et aux dynamiques d'offre et de demande en crédits qui en ont résulté. La deuxième partie analyse le comportement des industriels de l'EU ETS en matière de restitution de crédits tel qu'il ressort des données de restitution et sur la base de quelques études de cas.

I. EU ETS ET DEMANDE DE CREDITS CARBONE : UN MOTEUR A EXPLOSION

A. Les règles d'utilisation des crédits Kyoto en phase 2 et 3 : genèse d'une bulle spéculative

a) Les règles de 2004 fixent une demande maximale de crédits Kyoto d'environ 1 400 MtCO_{2e} entre 2008 et 2012

Le montant de ces crédits pouvant être restitués par une installation assujettie est limité à un pourcentage du montant de l'allocation gratuite de quotas de l'installation. Ce pourcentage varie entre les pays, d'un minimum de 0 % (Estonie⁴) à un maximum de 20 % (Allemagne, Espagne, Norvège, Lettonie) pour une

⁴ Jusqu'à 2010 aucun crédit ne pouvait être utilisé. Pour 2011 et 2012 une utilisation de 10 % est autorisée (d'après PNAQ Estonie du 5 septembre 2011)

moyenne de 13,6 % des allocations de phase 2. Au total cela correspond à une importation maximale de crédits internationaux de 1 400 MtCO₂e entre 2008 et 2012 (Annexe 1).

Cette limite est définie au niveau de la phase 2, mais les Etats membres peuvent définir des limites d'importation annuelle dans leur Plan National d'Allocation de Quotas (PNAQ) : c'est le cas en Hongrie, en Lettonie et en Lituanie où les installations ne peuvent ni reporter ou emprunter leur droit annuel à restituer des crédits sur l'année suivante. Ces légères variations nationales dans les règles gouvernant la restitution des crédits perturbent légèrement l'analyse mais elles demeurent suffisamment anecdotiques pour être largement négligées dans le reste de cette Etude Climat.

Le secteur de l'aviation, assujéti au marché européen de quotas de CO₂ depuis 2012, peut également restituer des crédits internationaux à hauteur de 15 % de ses émissions vérifiées en 2012, soit une utilisation maximale de 12,5 Mt en 2012 (European Commission, 2009).

Au total, la demande maximale de crédits Kyoto par l'EU ETS s'établit donc à 1412,5 MtCO₂e entre 2008 et 2012.

b) Les règles de 2009 divisent par neuf l'utilisation maximale autorisée entre 2013 et 2020

Fin 2009, le Paquet énergie-climat adopté par l'Union européenne révisé les directives relatives à l'EU ETS, et donne en particulier le cadre pour l'utilisation de crédits Kyoto en phase 3 (2013-2020). Le principe général de complémentarité, instauré par les accords de Marrakech en 2001, à savoir une utilisation de crédits seulement « en supplément » d'efforts domestiques de réduction d'émissions – est précisé : « *Ces mesures garantissent que l'utilisation générale des crédits alloués n'excède pas 50 % des réductions des secteurs existants à l'échelle de la Communauté par rapport aux niveaux de 2005 dans le cadre du système communautaire pour la période 2008-2020 et 50 % des réductions à l'échelle de la Communauté par rapport au niveau de 2005 pour les nouveaux secteurs et l'aviation depuis la date de leur inclusion dans le système communautaire jusqu'en 2020* » (European Commission, 2009).

La même directive précise les valeurs minimales de ces limites d'importation selon les installations.

→ Pour les exploitants déjà assujettis entre 2008 et 2012 :

- le solde non utilisé du droit à restituer des crédits par rapport à la limite fixée sur 2008-2012 pourra être utilisé sur 2013-2020 ;

- dans le cas où la limite nationale était inférieure à 11 % de l'allocation en phase 2, elle sera rehaussée pour atteindre ce taux de 11 % par rapport à l'allocation 2008-2012, afin de garantir l'équité entre les installations des différents Etats membres.

→ Pour les installations nouvellement assujetties en 2013, l'autorisation de restitution de crédits internationaux est fixée à 4,5 % de ses émissions vérifiées sur la période 2013-2020.

→ Pour les compagnies aériennes, l'autorisation de restitution de crédits internationaux est fixée à 1,5 % de leurs émissions vérifiées sur la période 2013-2020.

Au final, ces règles aboutissent à un faible relèvement de la limite d'importation des crédits carbone internationaux estimée à environ 250 MtCO₂e (Delbosch and al., 2011). Rapportée à la durée de la phase 3, l'autorisation supplémentaire à restituer des crédits est d'environ 25 MtCO₂e par an, soit neuf fois moins que ce qui avait été décidé en 2004 pour la phase 2.

Ces autorisations minimales à restituer des crédits issues de la Directive de 2009 ont été transformées en autorisations maximales par le règlement *Regulation on International Credit Entitlements* dit RICE (European Commission, 2013)⁵ présenté par la Commission européenne le 5 juin 2013. Approuvé par les Etats membres le 10 juillet 2013, et examiné par le Parlement et le Conseil qui disposaient de trois mois pour s'y opposer, le règlement a été adopté le 8 novembre 2013 par la Commission européenne. Les

⁵ http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/linking/docs/c_2013_7261_en.pdf

Etats membres disposent d'un mois pour informer la Commission des droits d'utilisation en crédits internationaux pour chacun de leurs opérateurs conformément aux limites fixées dans le Règlement.

Ce règlement indique la méthode permettant à chaque opérateur de calculer la quantité totale de crédits internationaux qu'il pourra utiliser pour sa conformité et modifie donc l'Article 11a(8) de la Directive 2003/87/EC. Il précise également les conditions d'utilisation de crédits pour les installations effectuant une extension de capacité qui leur donne droit à davantage de quotas gratuits. Ces installations pourront utiliser la plus favorable des 3 possibilités suivantes : (1) la limite autorisée dans le PNAQ phase 2 ou (2) 11 % des allocations gratuites de phase 2, ou (3) 4,5 % des émissions vérifiées de phase 3.

La restitution de crédits Kyoto à hauteur de 4,5 % des émissions vérifiées sur la période 2013-2020 pose le problème de la restitution en pratique de crédits puisque la limite définitive ne pourra être connue qu'une fois que la totalité des émissions de phase 3 sera connue, c'est-à-dire début 2021. Cette incertitude va pousser les assujettis concernés à étaler, dans une certaine mesure, leur consommation de crédits tout au long de la phase.

Le coup de frein brutal sur l'autorisation maximale à restituer des crédits a donné lieu à la formation d'une bulle spéculative : l'offre de crédit s'est dimensionnée sur la base de la demande telle que l'on pouvait l'anticiper au regard de la décision de 2004. Les conséquences de la décision de 2009 et de l'échec de la Conférence des Parties (COP) de Copenhague la même année n'ont pas été immédiatement assimilées par les porteurs de projets, qui peuvent de toute façon difficilement faire marche arrière une fois engagés dans la démarche de certification MDP. Ainsi, la fin de la décennie 2000-2010 a vu se constituer une offre de crédits surdimensionnée par rapport à la demande drastiquement revue à la baisse du fait de la directive de 2009 (voir sous-partie C).

c) Le jeu des restrictions qualitatives : redéploiement de la demande de crédits vers certains secteurs et certains pays

La Commission européenne souhaite une réforme des mécanismes de projets dans le but d'améliorer leur intégrité environnementale et leur efficacité, par exemple à travers une utilisation accrue de niveaux de références standardisés (*standardised baseline*) et en développant de nouveaux moyens pour évaluer l'additionalité des projets. Elle souhaite un rééquilibrage des projets MDP depuis les grands émergents vers les pays les moins avancés (DG Climate Action, 2013).

L'article 11 bis (9) de la directive EU ETS consolidée précise « *qu'à compter du 1^{er} janvier 2013, l'utilisation de crédits spécifiques résultant de type de projets peut faire l'objet de mesures restrictives* ». Les représentants des Etats membres réunis au sein du comité changement climatique de l'UE, ont approuvé le 21 janvier 2011, la proposition de règlement présentée par la Commission européenne interdisant l'utilisation de crédits issus de projets ayant trait à la destruction de deux gaz industriels le trifluorométhane (HFC 23) et le protoxyde d'azote (N₂O) issu de la production d'acide adipique à compter du 1^{er} mai 2013. Rappelons que la raison visant à interdire ces types de crédits était quadruple : les préoccupations relatives à l'intégrité environnementale (additionalité controversée, rentabilité importante), l'obstacle au développement de mécanismes sectoriels, le frein à la mise en œuvre du Protocole de Montréal et la répartition géographique inégale (DG Climate Action, 2010).

Pour faire face à l'inondation d'ERU russes et ukrainiens de la fin 2012 (voir partie B), le Comité changement climatique a également interdit l'utilisation d'ERU provenant de pays tiers (hors UE) et délivrés après 2012, sauf pour les pays ayant souscrit à un nouvel objectif de réduction des émissions (QELRO – *Quantified Emission Limitation and Reduction Objective*) pour la deuxième période du Protocole de Kyoto (2013-2020). Dans tous les cas, la délivrance d'ERU post-2012 ne pourra se faire en l'absence des quotas nationaux matérialisant ces QELROs, les unités de quantité attribuée ou UQA, c'est-à-dire mi-2016 au plus tôt. Cette restriction butte pour l'instant sur un obstacle technique car la date de délivrance de certains ERU n'est pas automatiquement traçable. La Commission a indiqué que ces ERU seront susceptibles d'être libellés « en attente d'admissibilité » (DG Climate Action, 2013b). Ce statut sera modifié quand la Commission recevra les données du registre des Nations Unies, l'International Transaction Log (ITL), permettant d'identifier la date de délivrance des ERU.

Ce ne sont pas les premières restrictions qualitatives en vigueur dans l'EU ETS : les crédits générés à travers des projets liés à des installations nucléaires et ceux générés par des projets forestiers et des projets de séquestration de carbone dans les sols agricoles (LULUCF) sont interdits dans le texte même de la directive « linking » de 2004. De surcroît, l'acceptation de crédits issus de projets hydroélectriques dont la capacité excède 20 MW de capacité installée ne peut être autorisée que sous certaines conditions (article 11b(6) de la Directive 2004/101/EC).

Comme il n'y a pas eu d'accord international à la fin de l'année 2009, ni d'accord européen avec des pays tiers, l'article 11a- (paragraphe 4 et 5) entraîne également l'interdiction de l'utilisation de crédits CER et ERU venant de projets enregistrés après 2012, à moins qu'ils ne proviennent soit de l'un des 48 PMA, soit d'un pays avec lequel l'Union européenne aurait signé un accord bilatéral. Un des éléments déterminant dans la prise en compte de l'éligibilité d'un crédit en phase 3 est donc la date d'enregistrement du projet. Une fois qu'un accord international sera signé, seront autorisés que les CER et ERU des pays ayant ratifiés l'accord.

Ainsi, pourront être utilisés en phase 3 les crédits suivants :

1. les CER provenant de projets enregistrés avant le 31 décembre 2012 et non associés à la destruction de HFC-23 ou du N₂O émis lors de la fabrication d'acide adipique. Les réductions d'émissions correspondantes peuvent avoir lieu durant la première ou la seconde période d'engagement du protocole de Kyoto. En pratique, les crédits doivent être convertis en quotas de phase 3, sur demande auprès de l'autorité compétente. Cette demande de conversion n'est possible que jusqu'au 31 mars 2015 pour les crédits correspondant à des réductions d'émissions antérieures 31 décembre 2012 ;
2. les CER provenant des PMA, à condition qu'ils ne soient pas associés à la destruction de HFC-23 ou du N₂O émis lors de la fabrication d'acide adipique, quelle que soit la date d'enregistrement du projet correspondant ;
3. les CER et ERU provenant de pays tiers ayant signé des accords bilatéraux avec l'Union européenne. Ces accords pourraient intégrer la garantie que les crédits carbone soient délivrés à partir d'hypothèses d'émissions dans le scénario de référence au moins aussi exigeantes que les benchmarks retenus pour l'allocation gratuite dans l'EU ETS (Zapfel, 2012). Pour les pays de l'annexe B, ils seront vraisemblablement soumis au critère sur les ERU (voir ci-dessus), à savoir la ratification par le pays signataire d'un engagement de réduction d'émissions pour la seconde période du Protocole de Kyoto (2013-2020).
4. Les crédits domestiques, sous réserve de l'opérationnalisation de l'article 24 bis de la directive par un règlement, ce qui n'était toujours pas le cas en Novembre 2013.

Concernant les programmes d'activités (PoA), la date d'enregistrement considérée est celle du programme. Ainsi, si des instances du programme (CPA) sont ajoutées après 2012 à un programme enregistré avant 2012, les CER ou ERU correspondants sont utilisables. La Commission européenne indique néanmoins qu'elle pourrait proposer une modification de cette interprétation si elle venait à désavantager fortement les PMA.

B. Dynamique de l'offre de crédits : une bulle amplifiée par la myopie du marché

Le MDP a connu une croissance rapide ces dix dernières années, devenant rapidement le plus grand mécanisme de compensation carbone au monde (Shishlov and Bellassen 2012). L'offre de CER a suivi la théorie économique amenant les acteurs à réduire là où cela coûte le moins cher. Les investissements se sont concentrés principalement au départ vers la réduction des gaz industriels de type HFC et N₂O fortement rentables (Figure 2). En effet, le HFC-23 ayant un pouvoir réchauffant 12 000 fois supérieur à celui du CO₂ (IPCC, 2001), sa destruction ne coûte que 0,15 €/tCO₂e dans les pays en développement (estimation société Dupont, 2011⁶). La plupart des usines émettant ces gaz ayant rapidement été

⁶ Présentation de Pascal Faïdy, représentant de Dupont lors de la consultation des parties prenantes au Parlement Européen le 13 janvier 2011 « *shortcomings undermining the integrity of CDM* »

couverte, les porteurs de projets se sont ensuite tournés vers les énergies renouvelables, et plus récemment vers l'efficacité énergétique (Shishlov and Bellassen 2012).

Comme tous les investisseurs, les investisseurs en crédits CER se sont concentrés sur les pays présentant un contexte d'investissement – gouvernance, stabilité politique, etc. – attractif et des émissions –ou ayant des potentiels de réduction d'émissions – élevées. Ainsi, près de 90 % de l'offre est concentrée sur quatre pays Chine (61,7 %), Inde (13,5 %), Corée du Sud (8,3 %) et Brésil (6,4 %). L'Afrique sub-saharienne représente moins de 1 % de l'offre. Au total, sur les 8 798 projets MDP (enregistrés et en cours de validation), 6 755 ont été enregistrés et 2 294 ont délivré des CER. Le volume cumulé de CER délivrés atteignait 1,3 milliard de tCO₂e au 1^{er} mai 2013.

Contrairement au MDP, la MOC a mis plus de temps à se développer car les ERU ne pouvaient pas être délivrés avant le début de la période d'engagement du Protocole de Kyoto en 2008. Un autre facteur est notamment dû au scepticisme initial de la Russie vis-à-vis du mécanisme (Shishlov, 2011). Etant donné l'excédent d'UQA attribué à certains pays de l'Est, l'offre de crédits MOC s'est naturellement concentrée sur l'Ukraine et la Russie qui a eux deux représentent 90 % de l'offre d'ERU. La répartition sectorielle des crédits reflète la structure industrielle de ces deux pays : les gaz industriels n'occupent que 6,4 % des crédits ERU délivrés provenant de ces deux Etats. Au total, sur les 782 projets MOC existants, 597 projets ont été enregistrés. Le volume cumulé d'ERU s'élevait à 674 millions de tCO₂eq au 1^{er} mai 2013.

Figure 2 - Répartition sectorielle de l'offre de CER et ERU sur la période 2008-2012 (% du total, ≈ 2 GtCO₂e)

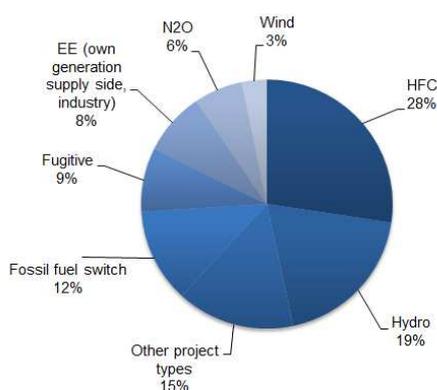
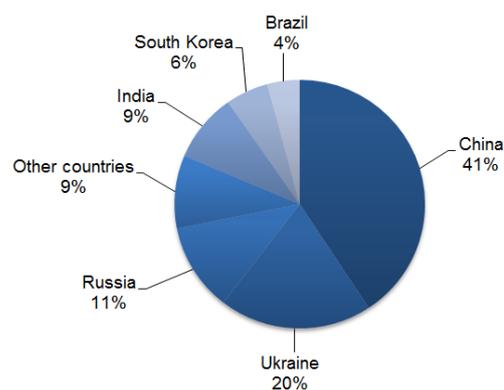


Figure 3 - Répartition géographique de l'offre de CER et ERU sur la période 2008-2012 (% du total, ≈ 2 GtCO₂e)



Source : UNEP Risoe, CDM & JI pipeline (Mai 2013)

Au total, au niveau du MDP et de la MOC, l'offre de crédits Kyoto provient pour 34 % de projets de destructions de gaz industriel (HFC et N₂O), suivi par les projets hydro (19 %), de substitution d'énergie fossile (12 %) et de gaz fugitifs (9 %). La génération de crédits en provenance de projets éoliens ne représente que 3 % de l'offre totale sur la période 2008-2012 (Figure 2). Au niveau des pays hôtes, la Russie et l'Ukraine deviennent ainsi respectivement le 2^{ème} et le 3^{ème} fournisseur de crédits internationaux après la Chine (Figure 3).

C. Dynamique de la demande de crédits : éclatement de la bulle

a) Les acteurs européens constituent l'essentiel de la demande mondiale de crédits Kyoto

La demande de crédits Kyoto provient, en théorie, d'une multitude de sources : Etats ayant des engagements dans le cadre du protocole de Kyoto, systèmes régionaux ou nationaux de tarification du carbone qui autorisent la restitution de crédits Kyoto, compensation volontaire par les entreprises non assujetties, etc. En pratique, sur 2008-2012, la demande était principalement constituée des acteurs européens (EU ETS + Etats membres). Les fichiers des inventaires nationaux en format SEF (*Standard*

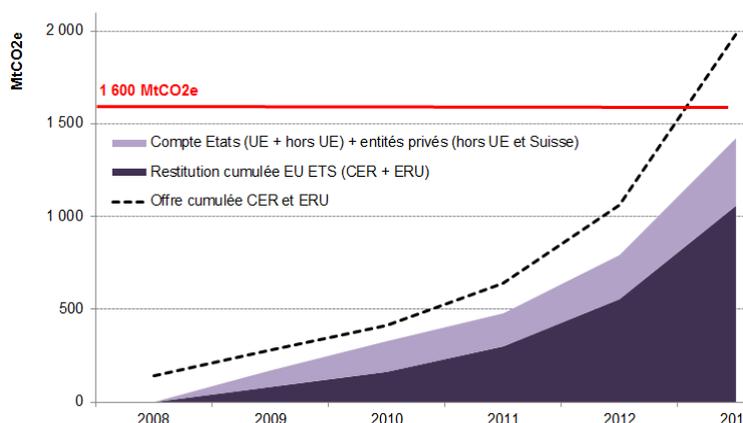
Electronic Format) communiqués sur le site internet de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC⁷) indiquent qu'au 1^{er} janvier 2013, les acteurs, entreprises et Etats européens, en incluant la Suisse, détenaient près de 80 % des crédits internationaux ayant fait l'objet d'un transfert, soit 1,3 GtCO₂e

Nous avons ajusté les chiffres des données des inventaires nationaux pour affiner l'équilibre offre-demande pour que celle-ci corresponde avec le mois de mai, moment de la mise en conformité des installations de l'EU ETS. Ainsi, d'après les données communiquées par la Commission européenne, l'EU ETS a restitué 1 059 MtCO₂e CER et ERU sur la période 2008-2012, soit 53 % de l'offre totale de crédits sur le marché primaire. D'après nos dernières estimations, le volume de crédits non capté par la demande mondiale à partir de ces nouvelles hypothèses atteint environ 560 MtCO₂e au 1^{er} mai 2013 (Figure 4 voir méthodologie Annexe 1).

Au 1^{er} mai 2013, environ 360 Mt de crédits CER/ERU, sont détenus par d'autres sources de demande représentées par les pays de l'Annexe B du protocole de Kyoto pour leur conformité avec leur engagement Kyoto, ainsi que le Japon (11 %), l'Australie et la Nouvelle-Zélande (2 %) via leurs systèmes nationaux d'échange de quotas de CO₂. Selon nos calculs, l'estimation de 360 MtCO₂e se répartie de la façon suivante : 23 % des crédits sont liés à une demande des gouvernements et 77 % pour les entités privées.

Nous obtenons des résultats similaires aux estimations de la Banque Mondiale qui se base sur les déclarations des gouvernements et estime ces autres sources de demande en crédits à un total de 327 MtCO₂eq sur la période 2008-2012 (Banque Mondiale, 2012).

Figure 4 – Répartition de la demande en crédits Kyoto entre entités privées, Etats, UE et hors UE au 1^{er} mai



Source : CDC Climat Recherche, d'après fichiers des inventaires nationaux (CCNUCC)

b) Une décorrélation des prix entre l'EUA et le CER dès lors que l'offre a dépassé la demande

Entre 2008 et début 2012, le prix du quota européen et des crédits internationaux (CER et ERU) ont été fortement corrélés du fait de leur partielle fongibilité pour la conformité des acteurs assujettis au marché européen du carbone (Figure 5). Notons que c'est l'EUA qui détermine le prix du crédit et non l'inverse : les causes des variations de prix sont expliquées par des facteurs institutionnels et économiques affectant le marché européen des quotas (Mansanet-Bataller and al., 2010), et non par ceux affectant potentiellement l'offre en crédit comme les décisions du Conseil exécutif du MDP⁸.

⁷ http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php

⁸ Une exception notable est le plancher de 8 €/tCO₂e observé lors de la crise financière de 2009 pour le prix des crédits, qui reflète la confiance qu'avait à l'époque le marché dans le prix plancher imposé par la Chine sur les CER produits sur son territoire. Cette confiance n'existait plus lors de l'effondrement final du prix des crédits en 2012.

L'écart de prix entre ces deux actifs a historiquement varié entre 0,15 et 4 € avec un prix du CER inférieur à celui de l'EUA, ce qui a incité les installations à acheter des crédits plutôt que des EUA pour économiser la différence de prix entre les deux actifs carbone. La seule explication rationnelle de cette décote est la fongibilité « limitée » des crédits, du fait du seuil maximal de restitution. En pratique, la décote est principalement venue d'une information imparfaite et asymétrique : les installations européennes n'étaient pas toujours informées de la possibilité de restituer des crédits. Quand elles l'étaient, elles les percevaient en général comme des actifs plus risqués. Bien que cette perception du risque n'ait pas de fondement rationnel sur un marché secondaire intermédiaire par des bourses et donc sécurisé par des chambres de compensation, elle a dominé le marché et s'est ainsi traduite par une décote.

La demande de l'EU ETS s'est tarie car les entreprises ont d'ores et déjà – depuis mi-2012 – contractualisé l'achat d'autant de crédits que leur limite maximale de restitution. En effet, bien que les 1,6 milliards de crédits Kyoto n'ont toujours pas été restitués, la plupart des installations ont suffisamment de crédits dans leur compte ou en ont contractualisé via des contrats d'achat à terme. Comme nous l'avions anticipé dans notre Point Climat « *Y aura-t-il un prix de marché pour les CER et ERU dans deux ans ?* » (Bellassen, et al. 2012), le déséquilibre entre l'offre et la demande de crédits internationaux a entraîné une décorrélation entre les prix de l'EUA et des crédits internationaux au second semestre 2012, marquant l'éclatement de la bulle.

La bulle a visiblement éclaté à partir du moment où cette analyse, relayée dans le rapport annuel de la Banque mondiale (World Bank, 2012), a emporté la conviction du marché que la demande européenne était tarie. Cette conviction a probablement été renforcée par le « dumping » d'ERU russes et ukrainiennes reflétant une conviction similaire de ces deux Etats : entre mars 2012 et mars 2013 les deux pays ont délivré un peu plus de 500 millions d'ERU, soit environ 4 fois la quantité d'ERU délivrée entre mars 2009 et mars 2012.

Les milliers d'utilisateurs industriels acheteurs de CER ont donc été remplacés par quelques Etats, ce qui rend le marché des crédits internationaux beaucoup moins liquide. Seules de nouvelles sources de demande significative via l'approfondissement des engagements des pays développés ou l'apparition d'une demande des pays émergents pourraient permettre au prix de ces actifs de remonter la pente, ce qui n'est pas prévu à moyen terme.

Figure 5 – Evolution des prix de l'EUA et du CER en phase 2



Source CDC Climat Recherche, ICE Futures Europe

c) Après le déluge, les règles sont devenues obsolètes

Les règles d'utilisation des crédits internationaux ont connu des changements substantiels au 1^{er} mai 2013 (voir partie A). Ces changements avaient notamment pour objectif de réorienter les bénéfices de la compensation carbone vers les secteurs – interdiction d'usage des crédits issus de projets HFC et N₂O – et les pays – préférence aux PMA et aux accords bilatéraux – qui en avaient le plus besoin. La demande de crédits internationaux émanant de l'EU ETS ayant été saturée avant même l'entrée en vigueur de ces changements, on peut d'ores et déjà affirmer que l'objectif politique sous-jacent ne sera pas atteint. Les restrictions qualitatives ont été obsolètes avant même leur entrée en vigueur. De la même manière, on peut s'interroger sur l'une des options proposées par la Commission européenne pour réformer structurellement l'EU ETS afin de rééquilibrer l'offre et la demande, quotas et crédits confondus (European Commission, 2012). L'option « e » consistant en effet à « limiter [davantage] l'accès aux crédits internationaux » n'aura pas d'effet. Il est désormais trop tard, le marché est inondé et la demande saturée.

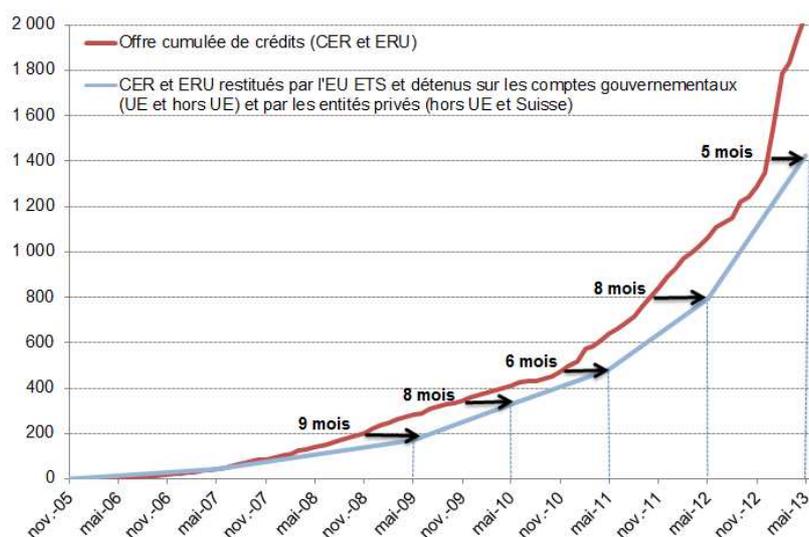
II. UNE RESTITUTION EFFICACE : IMPORTANTE ET RAPIDE MAIS DOMINEE PAR LES GRANDES INSTALLATIONS

A. Grâce à l'intermédiation des bourses et des courtiers, la restitution de crédits n'a été limitée que par l'offre disponible

a) Une transmission rapide des crédits entre producteur et consommateur

L'utilisation de CER et d'ERU au sein de l'EU ETS a été exponentielle (Figure 7). Elle suit ainsi de près la dynamique de l'offre : la seule limite à la restitution de crédits sur 2008-2012 a été la quantité de crédits délivrés. La rapide transmission des crédits entre leur délivrance et leur utilisation par les assujettis témoigne de cette efficacité. Ainsi, nous estimons qu'un crédit met en moyenne 7 mois⁹ avant d'arriver sur le compte de son utilisateur final (voir Annexe 2). Cette transmission s'est accélérée au cours de la phase 2, passant de 9 mois en 2009 à 5 mois en 2013 (Figure 6).

Figure 6 – Estimation du temps de passage d'un crédit entre un producteur et un consommateur



Source : CDC Climat Recherche d'après fichiers SEF (CCNUCC)

⁹ Moyenne annuelle simple, non pondérée par la quantité de crédits émise dans l'année.

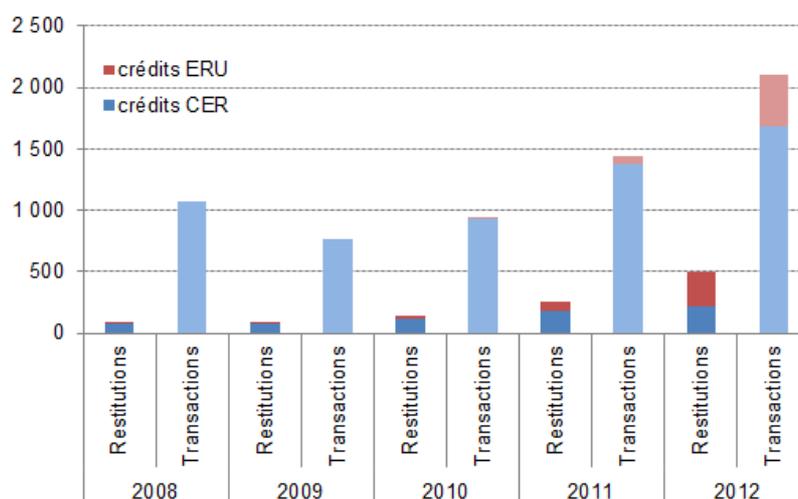
b) Une financiarisation croissante dans un contexte de concentration des acteurs

Le marché des crédits a été caractérisé par le développement accru d'instruments financiers tels que des options, swap et contrats à terme. Entre 2008 et 2012, le volume cumulé des échanges de crédits au comptant et à terme atteint 6,3 GtCO₂e soit quatre fois les 1,5 GtCO₂e de crédits Kyoto délivrés sur le marché primaire sur cette même période. (Figure 7).

La financiarisation croissante du marché depuis 2008 a participé à l'amélioration de l'efficacité du marché des crédits sur deux points principaux : (1) la facilitation de la rencontre entre producteurs et consommateurs de crédits et (2) l'émergence d'un prix de marché transparent. Deux indicateurs témoignent de cette financiarisation : le rôle croissant des plateformes d'échanges et des intermédiaires financiers (courtiers) et le développement de produits financiers.

Depuis 2005, plusieurs bourses se sont spécialisées dans l'échange d'actifs carbone : InterContinental Exchange Futures Europe (Royaume-Uni), EEX (Allemagne), Climex (Pays-Bas), Noorpool (Scandinavie), Bratislava Commodity Exchange (République tchèque), Athens Stock Exchange (Grèce), Green Exchange (Etats-Unis), Gestore Mercati Energetici-GME (Italie), SendeCO₂ (Espagne) et BlueNext (France) qui a fermé en décembre 2012. De surcroît, des intermédiaires financiers, courtiers et chambres de compensation se sont satellisés autour des plateformes d'échange traditionnelles avec notamment TFS, Spectron, Tullet Prebon, ICAP etc. Tous participent activement à l'échange de contrats financiers liés aux différents actifs carbone (EUA, CER, ERU et EUAA pour l'aviation) à travers notamment des contrats d'achat à terme (futures, forward), des options, des swaps. Notons que 90 % des échanges se sont réalisés à travers la plateforme anglaise.

Figure 7 – Evolution annuelle de la restitution par l'EU ETS de crédits Kyoto comparée au volume de transaction sur les marchés secondaires de crédits Kyoto (MtCO₂e)



Source : CDC Climat recherche, d'après CITL, BlueNext, European Energy Exchange, ICE Futures Europe, Climex, Nasdaq OMX, LCH Clearnet, and State and trend of the Carbon Market 2009 (Banque Mondiale).

La crise économique de 2008 accentuée par la crise de la dette souveraine en 2012 et la chute de prix des actifs internationaux (voir p. 10) a entraîné l'accroissement de deux grandes tendances (Stephan and Alberola, 2010) :

1. *Restructuration des acteurs du marché primaire : la présence décroissante d'investisseurs financiers dans un contexte de concentration.* Depuis 2005, de nombreuses grandes banques et intermédiaires financiers avaient étendu leur activité dans la finance carbone en acquérant des porteurs de projet en particulier Goldman Sachs, JP Morgan, Merrill Lynch (Encadré 1). Dans le courant de l'année 2012 des opérations de diminution de portefeuilles et d'effectifs se sont accélérées. En mai 2012, Citigroup, Barclays, Bank of America Merrill Lynch, Jefferies Bache, Mercuria, Natixis, Société Générale, Tullet Prebon, Ecosecurities, Trading Emissions Plc annonçaient la diminution la taille de leur desk de trading sur le carbone.

Encadré 1 - Retour sur la vague d'acquisition de 2009-2012

Rachat de Climate Care par JP Morgan Chase en 2008.
Rachat d'Ecosecurities par JP Morgan Chase pour 123 millions £ en 2009.
Rachat de Onecarbon par la Société Orbéo, joint venture entre la Société Générale et l'industriel Rhodia Energy.
Rachat de Tricorona par Barclays Capital pour 98 millions £ en 2010.
Rachat de Carbon Resource Management par Vitol en 2010.
Rachat de MGM (Morgan Stanley) par Mercuria en 2010.
Rachat de Climate Change Capital par la société Bunge en 2012.
Fusion de Rhodia et Solvay pour devenir Solvay Energy Services en 2012.
Rachat d'Orbeo par Climate Care qui devient Orbeo Climate Care en 2012.

Le mouvement de concentration a également concerné les plateformes d'échange de crédits carbone en particulier avec le rachat de la plateforme scandinave Nordpool par Nasdaq OMX, mais aussi l'américain Green Exchange par NYMEX, ou encore l'anglais European Continental Exchange (ECX) par ICE Futures Europe.

2. *Les nouvelles stratégies d'achat de crédits carbone.* Depuis 2008, certains investisseurs ont privilégié l'achat de portefeuilles de crédits carbone, qui constituent un éventail complet de crédits déjà achetés, plutôt que le financement de nouveaux projets MDP/MOC, un processus qui peut prendre jusqu'à trois années de la mise en place du projet jusqu'à la livraison des crédits. La crise économique a poussé plusieurs entreprises à vendre leurs portefeuilles de crédits carbonés déjà enregistrés par la CCNUCC pour obtenir rapidement des liquidités.

c) Une financiarisation qui a assuré un brassage des crédits

Un autre indicateur de la financiarisation du marché est le brassage des crédits. On aurait pu imaginer que les industriels manifestent des préférences pour certains types de crédits. Il n'en est rien : les caractéristiques de l'industriel (localisation géographique, secteur d'activité, ...) n'influent que rarement sur le type de crédits qu'il restitue. De manière générale, la typologie des crédits restitués ne présente pas de distortion majeure par rapport à celle décrite en partie I.B pour les crédits délivrés : les émergents, la Chine, la Russie et l'Ukraine dominant en matière d'origine géographique, tout comme les crédits industriels en matière de secteur d'activité. La principale exception est la surrestitution de crédits HFC et N₂O sur 2008-2012 par rapport à l'offre disponible (voir page 14).

Illustrons ce brassage des crédits à travers deux exemples :

- 1- **Le secteur d'activité de l'installation ne joue pas sur le type de crédits.** Par exemple, les énergéticiens n'ont pas restitué davantage de crédits issus de projets d'énergie renouvelables ou moins de crédits gris que les autres assujettis. De même, les cimentiers ou les sidérurgistes n'ont pas restitué plus de crédits issus de leur secteur que les autres assujettis.
- 2- **La localisation de l'installation n'influence que modestement l'origine des ERU restituées.** Par exemple, 0,76 million d'ERU françaises a été restitué en France. Ce montant représente 1 % de tous les crédits restitués par les installations françaises, ce qui est certes supérieur à la part des ERU françaises dans l'offre mondiale en crédits – 0,3 % – mais n'en est pas moins modeste. Sur les 5,9 millions d'ERU françaises, 87 % a en effet été restitué par des installations de 18 autres pays européens. Il en va de même pour les autres grands pays européens producteurs d'ERU, comme l'Allemagne, la Pologne ou la Roumanie. La Lituanie constitue la principale exception car elle restitue une part importante de crédits en provenance des ces voisins proches géographiquement de la Lituanie elle-même. En effet, la part des ERU sur le volume total de crédits (CER et ERU) restitués par les installations lituaniennes est de 24 % pour l'Ukraine, 18 % pour la Pologne et 4 % pour la Lituanie alors que l'offre d'ERU lituanienne dans l'offre mondiale de crédits ne représente que 1 %.

Même au sein des sociétés qui regroupent des activités d'origination – développement ou financement direct de projets générant des crédits – et activités assujetties à l'EU ETS, il y n'y a pas forcément de lien

entre les crédits originés et les crédits restitués. Cela révèle une déconnection totale des deux activités au sein de la société, comme c'est notamment le cas pour la société Lafarge (Encadré 2).

Encadré 2 – Lafarge

Les données publiques nous indiquent que 17 installations de la société Lafarge ont restitué un total de 5,8 millions de crédits Kyoto. Cette restitution est constituée de CER provenant de 49 projets MDP différents et de quelques ERU provenant d'un unique projet MOC.

Par ailleurs, Lafarge a une activité d'origination de projets MDP internes : l'entreprise génère des crédits CER de six projets « ciments » enregistrés depuis 2005. Sur ces projets, trois projets ont déjà délivré un total de 831 000 CER au 1^{er} mai 2013 (UNEP-Risoe) dont 509 675 ont déjà été restitués dans l'EU ETS. Ces crédits ont été restitués par 10 installations, essentiellement des énergéticiens, raffineries et cimentiers en provenance de 6 pays européens. Les données du CITL nous indiquent qu'aucun CER généré par ces projets n'a été restitué par l'une des 17 installations de Lafarge.

d) Une restitution qui répond aux chocs réglementaires

Depuis le 1^{er} mai 2013, les industriels assujettis à l'EU ETS ne peuvent plus restituer de crédits issus de projets ayant trait à la destruction de deux gaz industriels le trifluorométhane (HFC 23) et le protoxyde d'azote (N₂O) au titre de leur conformité. Cette restriction avait été entérinée lors du comité changement climatique de l'UE le 21 janvier 2011, après plusieurs mois de discussion (voir page 7).

Ce choc réglementaire a entraîné une modification du comportement des acteurs avec une restitution de crédits non éligibles en phase 3 dans des proportions relativement supérieures à celle de l'offre primaire de crédits. En effet, alors que ces crédits industriels ne représentaient que 34 % de l'offre cumulée totale de crédits Kyoto (CER et ERU) sur la période 2008-2012, la répartition sectorielle de la restitution des acteurs de l'EU ETS indique une utilisation des crédits industriels à hauteur de 60 % du portefeuille global des crédits restitués sur cette même période (Figure 8).

Figure 8 – Répartition sectorielle de la restitution de CER et ERU par l'EU ETS sur 2008-2012 (% du total, ≈ 1 GtCO₂e)

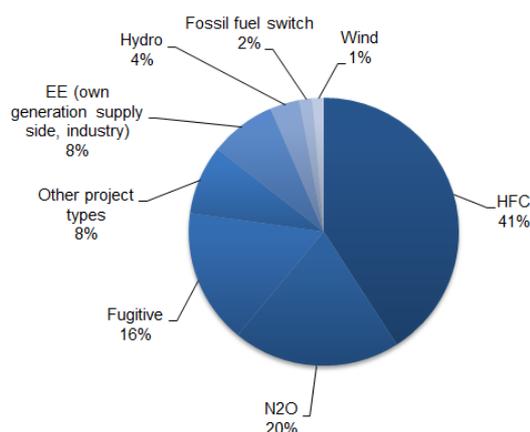
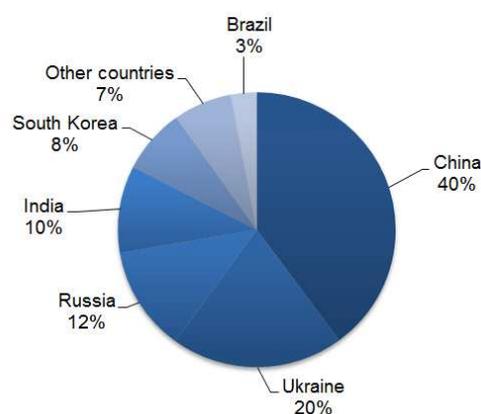


Figure 9 – Répartition géographique de la restitution de CER et ERU par l'EU ETS sur 2008-2012 (% du total, ≈ 1 GtCO₂e)

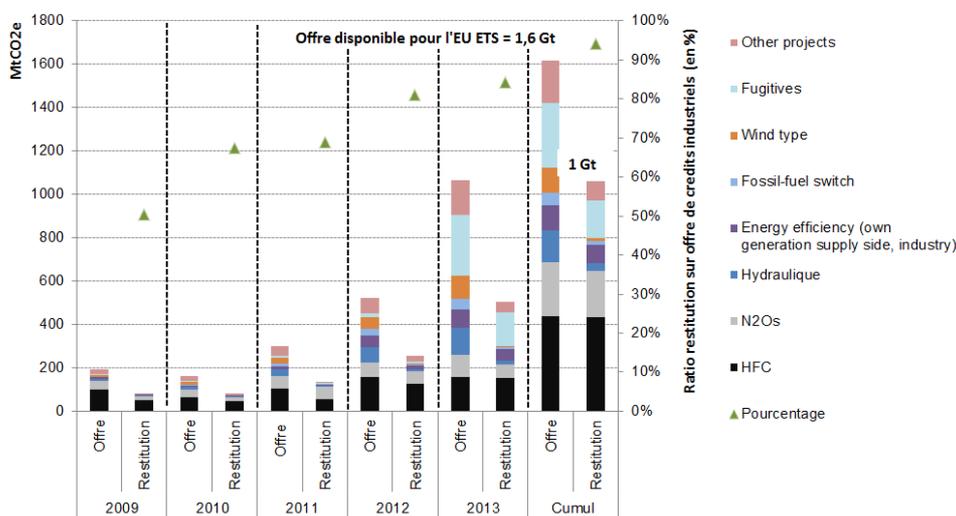


Source : CDC Climat Recherche, d'après CITL

Ce changement réglementaire s'est également traduit par une accélération de l'utilisation de crédits de type industriels (HFC, N₂O). Le ratio entre la part des crédits industriels dans l'offre disponible pour la restitution (voir Annexe 1 pour la méthode d'estimation) et la part des crédits industriels dans la restitution effective n'a eu de cesse d'augmenter, passant de 50 % en 2008 à 93 % en 2013. Pour cela, nous estimons l'offre qui a été disponible pour l'EU ETS après captation des CER et ERU par les

gouvernements (UE et hors UE) et industries japonnaises et la comparons avec la restitution EU ETS par type de projet. Au préalable, nous faisons l'hypothèse que le comportement d'achat de CER/ERU par les gouvernements est similaire à celui des acteurs de l'EU ETS (Figure 10).

Figure 10 – Comparaison entre le volume de crédits restitué par l'EU ETS et l'offre disponible après captation par les autres sources de demande



Source : CDC Climat Recherche d'après CITL

B. De multiples stratégies pour se mettre en conformité dans un contexte de crise

a) Des stratégies variées : de l'investissement direct dans un projet au marché secondaire

Pour s'approvisionner en crédits Kyoto, les industriels disposent de plusieurs possibilités : (1) acheter des crédits sur le marché secondaire (plateforme d'échange, courtier) ou de gré-à-gré ; (2) mettre en place ou financer directement un projet MDP ou MOC ; (3) participer à un véhicule d'investissement (par exemple un fonds carbone) et co-investir avec d'autres industriels en capital dans un portefeuille de projets MDP ou MOC. La solution de l'achat sur le marché secondaire est largement dominante (voir partie II.A). Certains grands groupes industriels ont néanmoins adopté plusieurs approches simultanément. C'est notamment le cas du groupe ArcelorMittal (Encadré 3).

Encadré 3 – ArcelorMittal

Le groupe ArcelorMittal développe ou finance directement un projet MOC qui a été enregistré et qui a délivré 355 000 ERU et 7 projets MDP dont aucun n'avait délivré de crédit au 1^{er} mai 2013 (UNEP Risoe).

41 installations du groupe ont restitué un total de 37 millions de crédits sur la phase 2 et principalement en 2011 et 2012 (26 millions de CER et 11 millions d'ERU de projets en provenance de 18 pays). Contrairement au groupe Lafarge, il est intéressant de constater que 92 % des crédits générés par le projet MOC mis en place en Ukraine a été restitué pour la conformité de 5 installations polonaises et une installation française appartenant à ArcelorMittal.

Par ailleurs, le groupe a créé en 2008 un véhicule d'investissement « *Clean Technology Venture Capital Fund and carbon fund*¹⁰ » d'une capitalisation de 100 millions d'euros en partenariat avec Bessemer

¹⁰

<http://www.cleantechinvestor.com/portal/fundnews/1313-arcelormittal-clean-technology-venture-capital-and-carbon-fund.html>

Venture Partners, Khosla Ventures et Kleiner Perkins Caufield & Byers. Ce fonds avait pour objectif d'investir dans les projets de compensation pour réaliser la conformité des installations du groupe en circuit court. Ce fonds a été suspendu en raison de la récession économique.

b

) La restitution est dominée par les grandes installations, malgré une large participation

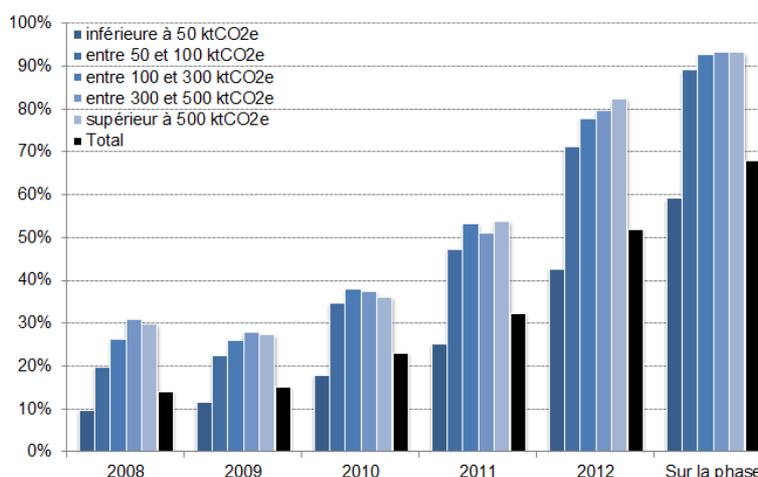
La participation des industriels assujettis dans la restitution de crédits internationaux a été de plus en plus importante en phase 2 de l'EU ETS. A périmètre constant au niveau européen, le taux de participation des installations dans la restitution de crédits est passé de 15 % en 2008 à 54 % en 2012. Près de sept installations sur dix qui ont restitué au moins un crédit Kyoto entre 2008 et 2012.

Les installations de petite taille – émissions inférieures à 50 000 tCO₂e – participent toutefois significativement moins que les autres (voir Annexe 9) : 61 % d'entre elles ont restitué au moins un crédit entre 2008 et 2012, contre 95 % des installations supérieures à 500 000 tCO₂e (Figure 11). Ce chiffre est probablement plus faible pour les petites installations qui n'appartiennent pas à une grande entreprise – tels que les hôpitaux, et qui ne bénéficient pas de mutualisation des coûts de transaction au niveau de l'entreprise.

Pour limiter les coûts de transaction, ces petites installations veillent sur deux points :

1. elles restituent des crédits internationaux principalement en une ou deux fois alors que les très grandes installations ont tendance à restituer des crédits chaque année ;
2. elles maximisent leur limite d'importation. Celles-ci ont restitué en moyenne 95 % de leur limite autorisée contre 86 % pour les installations de très grande taille (> 500 000 tCO₂e/an).

Figure 11 – Taux de participation des installations restituant des crédits Kyoto selon la taille



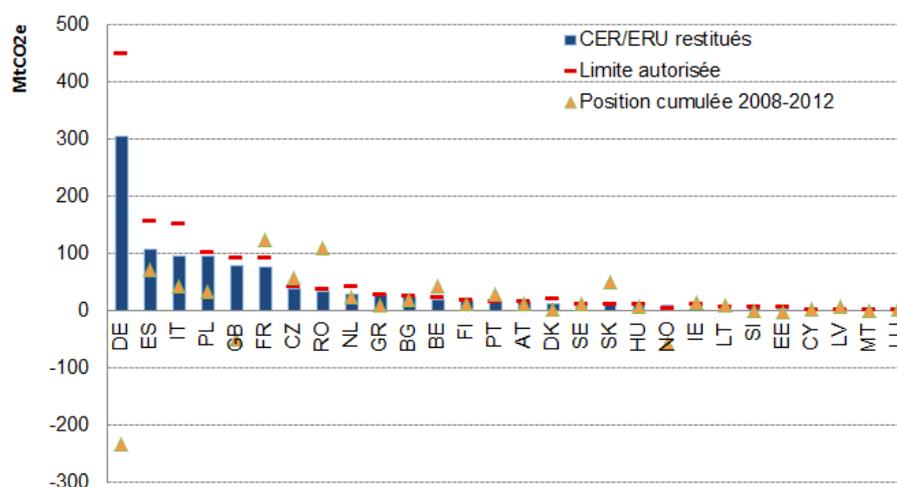
Source : CDC Climat Recherche d'après CITL

c) L'arbitrage est réalisé quelle que soit la position de conformité

Le comportement des installations n'est pas corrélé à leur position excédentaire ou déficitaire en quotas. Toutes restituent des crédits pour réaliser les gains d'arbitrage sus-mentionnés, même si elles sont excédentaires en quotas et n'ont donc pas « besoin » de restituer des crédits. Sur l'ensemble de la phase 2, la position des 8 000 installations ayant restitué au moins un crédit explique moins de 1 % de la variance dans la restitution des crédits (voir Annexe 9). De même, la probabilité qu'une installation restitue au moins un crédit n'est pas impactée par sa position (régression logistique). Cela se reflète à l'échelle agrégée des pays : la position nette du pays ne détermine ni la quantité de crédits restitués, ni la part de la limite autorisée de restitution de crédits qui a été utilisée (Figure 12).

La limite d'importation autorisée est la variable qui impacte le plus la quantité de crédit restituée, que ça soit à l'échelle de l'installation ou du pays (voir Annexe 9). Notons par ailleurs que le pourcentage de la limite autorisée de restitution de crédits qui a été utilisée est relativement similaire entre les pays (comprise entre 62 % pour le Danemark et 96 % pour la Grèce et la Slovaquie)¹¹, confirmant que la principale limite est exogène : la quantité de crédits disponibles à une date donnée.

Figure 12 – Restitution européenne de crédits Kyoto selon la limite d'importation autorisée et par registre (MtCO₂e)



Note : la position cumulée est la différence entre l'allocation d'EUA et les émissions vérifiées agrégées au niveau d'un Etat. Les positions négatives (DE, FR, NO) signifient que dans ces pays, les installations relevant de l'EU ETS ont eu un volume d'émissions supérieur à leur allocation sur la période 2008-2012.

Source CDC Climat Recherche, CITL

C. Le milliard de crédits Kyoto restitué a permis aux industriels européens d'économiser entre 4 et 20 milliards d'euros en Phase 2

Les crédits Kyoto ont toujours été moins chers que les EUA, initialement pour des raisons d'asymétrie d'information, puis du fait du seuil maximal de restitution de crédits (de l'ordre de 1,6 milliard de tCO₂e à l'échelle européenne). La restitution de crédits permet donc aux installations de réduire leurs coûts. Deux estimations sont présentées pour les économies réalisées par les industriels de l'EU ETS ayant restitué des crédits : avec et sans prise en compte de l'élasticité de la demande, c'est-à-dire le fait que les EUAs auraient été plus chères en l'absence de CERs, car plus d'un milliard de réductions d'émissions supplémentaires auraient dû être réalisées dans les installations assujetties à l'EU ETS, et ce au coût marginal de réduction.

a) 4 milliards d'euros sans élasticité de la demande

La différence de prix entre l'EUA et du CER sur le marché secondaire (Tableau 1) est à la base de l'estimation conservatrice qui ne prend pas en compte l'élasticité de la demande. Cette estimation est d'autant plus conservatrice qu'elle ne tient pas non plus compte des bénéfices supplémentaires que l'industriel a pu obtenir en étant également à l'origine du projet, obtenant ainsi des crédits sur le marché primaire à un prix inférieur. Les prix plus faibles du marché primaire du crédit tarifient – et donc reflètent – le risque de contrepartie. L'économie réalisée grâce à la restitution de crédits internationaux est ainsi estimée à 4 milliards d'euros : 2,3 milliards d'euros pour la restitution de CER et 1,6 milliard d'euros pour la restitution d'ERU.

¹¹ Exception faite du Liechtenstein dont les installations n'ont pas restitué de crédit.

Tableau 1 – Estimation de l'économie réalisée grâce à la restitution de crédits Kyoto

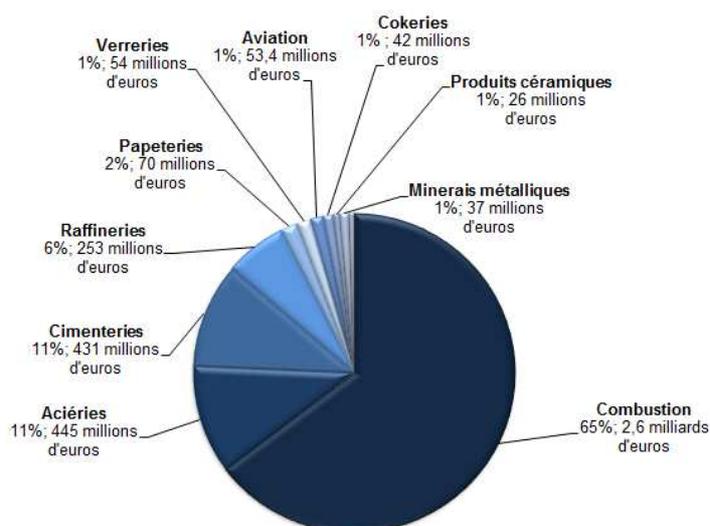
Année	Spread EUA-CER*	CER restitués (Mt)	Economie minimale MDP (M€)	ERU restitués (Mt)	Economie minimale MOC (M€)
2008	4,05	83,5	338,2	0	0,0
2009	1,54	77,4	119,6	3,2	4,9
2010	2,06	117,1	240,7	20,1	41,3
2011	3,34	177,8	593,6	75,8	253,1
2012	4,87	219,5	1 068,7	284,1	1 383,2
Total		675,3	2 360,8	383,2	1 682,5

Source : CDC Climat Recherche, CITL* spread pondéré par le volume de CER (contrat Déc.).

Note : pour l'estimation de l'économie minimale générée par la MOC, nous avons fait l'hypothèse que le prix de l'ERU était égale à celui du CER.

L'analyse sectorielle indique sans surprise que sur la période 2008-2012, les secteurs les plus importants dans l'allocation de quotas sont ceux ayant bénéficié de la plus grande économie réalisée (Figure 13). Le secteur de la combustion a ainsi économisé au minimum 2,6 milliards d'euros, suivi des aciéries (445 M€), des cimenteries (430 M€). Le secteur de la raffinerie de pétrole et de la production de papier et carton ont quant à eux économiser au minimum 253 M€ et 70 M€ respectivement.

Figure 13- Estimation de l'économie minimale réalisée par secteur ayant restitué des crédits internationaux sur la période 2008-2012 (total : 4 milliards d'euros)



Source: CDC Climat Recherche, CITL

b) 20 milliards d'économie avec élasticité de la demande

Le modèle Zéphyr-Flex (Trotignon, 2013 - Annexe 10) simule, entre autres, le prix auquel aurait été l'EUA si les industriels européens n'avaient pas pu utiliser les CER et les ERU. Cela permet de proposer une deuxième estimation qui prend en compte l'élasticité de la demande, c'est-à-dire le fait que l'EUA aurait été plus chère en l'absence de CER et ERU.

L'économie nette pour les opérateurs de l'EU ETS est alors estimée à 20,8 milliards d'euros. Cette estimation est probablement plus juste que la première car le modèle agrège les courbes d'abattement de l'ensemble des acteurs de l'EU ETS et simule leurs choix et leurs anticipations en termes de banking/borrowing, d'achat et de vente et de l'évolution de leur déficit et surplus.

Mais elle contient plus de sources d'incertitude que l'estimation sans élasticité de la demande présentée en partie II.C.a :

- elle repose sur des courbes de coût marginal de réduction non validées pour la gamme de prix élevée sur laquelle elles sont employées pour simuler un EU ETS sans crédits ;
- la règle de trois utilisée pour extrapoler les estimations initiales de Trotignon (2013) pour l'année 2012 surestime probablement les coûts d'abatements et donc les économies liées à l'utilisation de crédits ;
- l'assimilation des crédits à des EUA mis aux enchères dans le modèle surestime probablement la valeur des crédits et donc sous-estime les économies liées à leur utilisation ;
- le modèle ne simule pas l'anticipation communément admise que près de 600 millions de crédits supplémentaires seront très prochainement restitués et donc sous-estime les économies liées à l'utilisation de crédits.

D. Des industriels qui subventionnent indirectement leurs concurrents

L'économie de court terme (partie II.C) peut cacher des pertes de compétitivité perverses sur le long terme. En effet, certains des projets de compensation carbone sont développés par des entreprises qui concurrencent les assujettis à l'EU ETS. Or, la valeur d'un crédit carbone, tout comme celle de tout actif, fait plus que dédommager son producteur et génère un bénéfice pour le vendeur (comme pour l'acheteur, voir partie II.C).

Illustrons ce point par l'exemple de trois projets issus de secteurs soumis à un risque important de fuite de carbone : le ciment, le fer et l'acier, et le papier (European Commission, 2010).

Le secteur du papier. Au delà du fait que le secteur du papier soit inclus dans la liste des secteurs soumis à des risques importants de fuite de carbone, notons que les pays de la zone euro exportent une partie conséquente de leur production de papier en Asie en particulier en Chine et en Inde (Eurostat 2013). On peut donc légitimement considérer qu'il y a un marché – et donc une concurrence – mondiale dans le secteur du papier. Selon les informations contenues dans le Project Design Document (PDD) du MDP 679 « *Optimization of steam consumption at the evaporator* », la contrepartie acheteuse de crédits, est la banque ABN AMRO. Le projet a généré au 1^{er} mai 2013, 175 000 CER (Fenhann, 2013). Sur ce total, ce sont 20 000 CER qui ont été restitués par un papetier finlandais qui a donc indirectement financé un concurrent en Inde.

Le secteur du fer et de l'acier. Selon les informations contenues dans le PDD du projet MOC 1000370 « *Reconstruction of the metallurgical plant at the Chelyabinsk Metallurgical Plant OAO, Chelyabinsk, Russia* », la contrepartie acheteuse de crédits est la société de négoce Vitol basée en Suisse. Le projet a généré au 1^{er} mai 2013, 4,3 millions d'ERU (Fenhann, 2013). Sur ce total, ce sont près de 2 millions d'ERU qui ont été restitués par cinq aciéries (quatre allemandes et une polonaise) qui ont donc indirectement financé leur concurrent russe.

Le secteur du ciment. Prenons l'exemple du projet de MOC 1000333 « *Energy efficiency interventions at OJSC Mordovcement Komsomolskiy town, Republic of Mordovia* ». Selon les informations contenues dans le PDD, ce projet vise à améliorer l'efficacité énergétique d'une installation de production de ciment avec pour contrepartie acheteuse de crédits, le hollandais Global Carbon. Le projet a généré au 1^{er} mai 2013, 400 000 ERU (Fenhann, 2013). Il est intéressant de constater qu'environ 50 % des ERU générés par le projet (soit 242 000 ERU) ont été restitués par quatre cimenteries espagnoles non liées au projet. Les cimentiers espagnols ont donc financé indirectement leur concurrent ukrainien, même si en l'occurrence la distance rend le concurrent ukrainien sans doute moins menaçant que ceux d'Afrique du Nord.

Ces exemples montrent que le gain d'arbitrage de court terme consistant à restituer des CER au lieu d'EUA se fait potentiellement aux dépens de la compétitivité de long terme, puisque les entreprises financent indirectement leurs concurrents. Néanmoins, au vu des montants en jeu, cet impact sur la compétitivité des entreprises européennes est négligeable en comparaison des multiples autres facteurs qui entrent en ligne de compte (coût du travail, productivité, coût du transport, coût du capital, etc.). Par ailleurs, ces exemples ne sont qu'une manière anecdotique d'illustrer cet effet : même si les industriels

avaient boycotté les crédits de leurs concurrents directs, d'autres installations – par exemple de production d'électricité – les auraient achetés à leur place.

CONCLUSION

Les règles institutionnelles ont entraîné la formation d'une bulle qui a ensuite été amplifiée par la myopie des acteurs. Les règles définies en 2004 ont fixé une demande maximale de crédits Kyoto d'environ 1400 MtCO₂ entre 2008 et 2012. Fin 2009, le Paquet énergie-climat adopté par l'Union européenne révisé les directives et donne un nouveau cadre pour l'utilisation de crédits Kyoto en Phase 3. Au final, ces règles aboutissent à un relèvement marginal de la limite d'importation. Ainsi, le choc réglementaire de 2009, même s'il n'a pas été immédiatement assimilé par les porteurs de projets, a donné lieu à la formation d'une bulle car l'offre de crédits s'est dimensionnée sur la base de la demande telle que l'on pouvait anticiper au regard de la décision de 2004.

Face au déséquilibre entre l'offre et la demande de crédits internationaux, le prix du CER et de l'ERU a atteint des niveaux de prix proche de zéro. La limite d'importation autorisée constitue une limite visible, notamment en 2012 où le cumul des crédits restitués a commencé à fleurir avec la limite totale fixée sur 2008-2020. La demande de l'EU ETS, principale source mondiale de demande en crédits s'est tarie car les installations ont d'ores et déjà – depuis mi-2012 – contractualisé l'achat d'autant de crédits que leur limite maximale de restitution. Le déséquilibre entre l'offre et la demande de crédits internationaux a entraîné une décorrélation entre les prix de l'EUA et des crédits internationaux au second semestre 2012, marquant l'éclatement de la bulle qui a coûté cher aux investisseurs.

La demande étant déjà saturée, les réformes des mécanismes de projets n'ont pas eu d'effet sur l'équilibre du marché. La Commission européenne a souhaité une réforme des mécanismes de projets dans le but d'améliorer leur intégrité environnementale et leur efficacité ; ceci en permettant leur redéploiement vers certains secteurs et certains pays. Cependant, ces restrictions qualitatives supposées rééquilibrer le marché, sont devenues obsolètes avant même leur entrée en vigueur au 1^{er} mai 2013. Rappelons à ce titre que l'Union Européenne est à ce jour la seule région du monde à ne pas obliger ses opérateurs industriels à restituer une partie de leur conformité par des crédits domestiques.

L'utilisation de CER et d'ERU a été exponentielle et efficace dans le sens où elle a été rapide, importante, et a concerné près de 7 assujettis sur 10. Les installations européennes assujetties au marché de quotas auront tout de même utilisé au total, sur la phase 2 de l'EU ETS plus d'un milliard de crédits Kyoto pour leur conformité. La restitution a principalement été limitée par la quantité de crédits disponibles, ce qui est symptomatique d'un système de transactions efficace. Dans une moindre mesure, la taille des installations joue également un rôle sur l'utilisation de crédits, facteur limitant l'efficacité du marché. Une fois délivrés, les crédits trouvent très vite leur chemin – en moyenne sept mois – entre le compte du producteur et celui du consommateur final ;

Le marché a joué son rôle de brassage de crédit. On aurait pu imaginer que les industriels manifestent des préférences pour certains types de crédits. Il n'en est rien : les caractéristiques de l'industriel (localisation géographique, secteur d'activité, ...) n'influent que rarement sur le type de crédits qu'il restitue. Le développement des infrastructures de marché a joué un rôle important dans la rencontre entre acheteurs et vendeurs de crédits en assurant l'émergence d'un prix et en améliorant la transparence de l'information.

La restitution de crédits moins chers que les EUA permet aux installations de réduire leurs coûts. Les crédits Kyoto ont toujours été moins chers que les EUA, initialement pour des raisons d'asymétrie d'information, puis du fait du seuil maximal de restitution de crédits. L'économie réalisée par les installations assujetties à l'EU ETS est estimée entre 4 et 20 milliards d'euros sur 2008-2012.

Les mécanismes de projets ne doivent être considérés comme des échecs. Les politiques publiques MDP et MOC ont permis d'attirer plus de 300 milliards d'euros d'investissements privés (UNEP Risoe, 2013) pour éviter l'émission de plus de 2 milliards de tonnes de CO₂e et se sont logiquement essouffées lorsque la demande, déterminée par la puissance publique, s'est tarie.

ANNEXES ET METHODOLOGIES

Le document qui présente les annexes et les méthodologies est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://www.cdcclimat.com/Etude-Climat-no43-Utilisation-des.html?lang=fr>

REFERENCES

- Bellassen, V., Stephan, N., Leguet, B. (2012). 'Will There Still Be a Market Price for CERs and ERUs in Two Years Time?' Climate Brief n°13. *CDC Climat Research*.
- Bellassen, V. (2011). 'What will the market be for Kyoto Credits in 2014 and 2015?' Tendances Carbone n°64, *CDC Climat Research*
- Cormier, A., Bellassen, V. (2011). *The risks of CDM projects: how did only 30% of expected credits come through?*, Working paper, *CDC Climat Research*
- Delbosc, A., Stephan N., Bellassen, V., Cormier A., Leguet, B. (2011). 'Assessment of supply-demand balance for Kyoto offsets', Working paper, *CDC Climat Research*
- European Commission (2009) 'Directive 2009/29/CE'
- European Parliament and European Council (2009) 'Decision No 406/2009/CE'
- European Commission (2009) 'FAQ on decision No 406/2009/CE from The European Parliament and the European Council, April 23rd 2009'
- European Commission (2003), 'Extended Impact Assessment of the Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms', *COM(2003)403-final*.
- European Commission (2004), 'Directive 2004/101/EC of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms'
- European Commission (2009a), 'Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020'
- European Commission, International Community Transaction Log (CITL)
- European Commission, *National Allocation Plans : Second phase (2008-2012)*
- European Commission. (2012). 'Report from the Commission to the European Parliament and the Council, the State of the European Carbon Market in 2012'
- Elsworth, R., Worthington, B. (2010), 'International Offsets and the EU 2009, an update on the usage of compliance offsets in the EU Emissions Trading Scheme', *Sandbag*, London
- Elsworth, R., Worthington, B., Morris D. (2012), 'Help or Hindrance? offsetting in the EU ETS', *Sandbag*, London
- Fages, E., Tatrallyay, N., Sadaka, M. (2009), '2008 compliance data: what can we learn from it?', *Orbeo - Société Générale Commodities Research*
- Lewis, M., Curien, I. (2009), 'A Summary of the EU-ETS Rules on Banking and Swapping', *Deutsche Bank Global Market Research*
- Lewis, M. Curien, I. (2010), 'A Reminder of the EU-ETS Rules on Banking for EUAs & CERs/ERUs', *Deutsche Bank Global Market Research*

- Mansanet-Bataller, M., Chevallier, J., Herve-Mignucci, M., Alberola, E., (2011) 'EUA and sCER Phase II price drivers : unveiling the reason for the existence of the EUA-sCER spread', *Energy Policy* 39(3), 1056-1069
- Pearson A. (2011) 'The carbon Rich list, the companies profiting from the EU Emission Trading Scheme', Sandbag London
- Shishlov, I. (2011). 'Joint Implementation in Russia: on track to overtake Brazil as the third largest supplier of Kyoto offsets'. Climate Brief n°8. *CDC Climat Research*
- Shishlov, I., Bellassen, V. '(2012). 10 lessons from 10 years of the CDM'. Climate report n°37. *CDC Climat Research*.
- Stephan, N., Alberola, E. (2010) Carbon Funds in 2010: Investment in Kyoto Credits and Emissions Reductions. Climate Report n°23. *CDC Climat Research*
- Shishlov, I. (2012). 'The CDM: let's not discard a tool that raised over US\$200 billion', Tendances Carbone n°75 *CDC Climat Research*
- Trotignon, R., Ellerman, A.D (2008), 'Compliance Trading in the EU ETS: Cross Border Trading, Banking and Borrowing', Working Paper n°WP-2008-012, September 2008, *MIT CEEPR*
- Trotignon, R. (2011), 'Combining cap-and trade with offsets: lesson from the EU ETS', *Climate Policy*, Vol 12, Issue 3, p273-287, 2012.
- Trotignon, R (2013) 'A la recherche du prix du carbone: système européen d'échange de quotas de CO₂: des analyses ex-ante et ex-post à la projection en 2020' Thèse, Université Paris Dauphine, CGEMP-LEDa
- UNFCCC (1992) 'Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change'
- UNFCCC (2002) 'Report of the Seventh Sessions of the Conference of Parties (COP 7)' Marrakech – Morocco from October 29th to November 10th 2001.
- World Bank (2012). 'State and Trends of the Carbon Market'. *Report*.

LA SERIE 'ETUDES CLIMAT' DE CDC CLIMAT RECHERCHE

- N°42 **Le secteur électrique en phase 2 de l'EU ETS: moins d'émissions de CO₂ mais toujours autant de charbon**
NICOLAS BERGHMANS, EMILIE ALBEROLA – Novembre 2013
- N°41 **Lutte contre la précarité énergétique : analyse des politiques en France et au Royaume-Uni**
JOHAN TYSZLER, CECILE BORDIER & ALEXIA LESEUR - Septembre 2013
- N°40 **Fôret et atténuation du changement climatique au sein des politiques européennes : priorité au bois-énergie**
FREDERIC BARON, VALENTIN BELLASSEN & MARIANNA DEHEZA - Avril 2013
- N°39 **Plus de 800 installations des filières agricole et agroalimentaire concernées par l'EU-ETS**
CLAUDINE FOUCHEROT & VALENTIN BELLASSEN - Mars 2013
- N°38 **Les outils économiques des politiques énergie-climat chinoises à l'heure du 12^{ème} plan quinquennal**
DI ZHOU ET ANAÏS DELBOSC - Janvier 2013
- N°37 **Dix enseignements pour les dix ans du MDP**
IGOR SHISHLOV ET VALENTIN BELLASSEN - Octobre 2012
- N°36 **Le schéma régional climat air énergie : un outil pour la transition énergétique et climatique des régions françaises**
JEREMIE DE CHARENTENAY, ALEXIA LESEUR ET CECILE BORDIER - Septembre 2012
- N°35 **La transmission des incitations REDD+ aux acteurs locaux : leçons de la gestion du carbone forestier dans les pays développés**
MARIANA DEHEZA ET VALENTIN BELLASSEN - Août 2012
- N°34 **L'inclusion de l'aviation internationale dans le Système Européen d'Échanges de Quotas de CO₂ : un premier pas vers un système mondial ?**
EMILIE ALBEROLA & BORIS SOLIER - Mai 2012
- N°33 **Mise en œuvre conjointe : un mécanisme pionnier dans les frontières d'une limite sur les émissions**
IGOR SHISHLOV, VALENTIN BELLASSEN & BENOIT LEGUET- Février 2012
- N°32 **Financer la lutte contre le changement climatique dans les pays en développement : quelle place pour les NAMA ?**
ROMAIN MOREL & ANAÏS DELBOSC - Février 2012
- N°31 **Les projets de compensation carbone dans le secteur agricole**
CLAUDINE FOUCHEROT & VALENTIN BELLASSEN - Décembre 2011
- N°30 **Le rôle des collectivités territoriales dans le soutien public aux énergies renouvelables : exemples en Europe et en France**
MARION JEULIN & ANAÏS DELBOSC - Novembre 2011
- N°29 **La compensation carbone volontaire des collectivités : pratiques et leçons**
AMADOU KEBE, VALENTIN BELLASSEN & ALEXIA LESEUR - Septembre 2011
- N°28 **Design de systèmes d'échange de quotas d'émissions multisectoriels : une comparaison des expériences européennes et américaines**
CECILE GOUBET & ANAÏS DELBOSC - Mai 2011

Toutes les publications de CDC Climat Recherche sont disponibles sur :

<http://www.cdclimat.com>