



Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction

PÔLE
OBSERVATION

Dispositif REX
Bâtiments
performants

PHOTOVOLTAÏQUE ET AUTOCONSOMMATION 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



1 DIMENSIONNER SON INSTALLATION POUR OPTIMISER SON TAUX D'AUTOPRODUCTION

CONSTAT

- Dans une configuration visant l'autoconsommation, l'installation est sur-dimensionnée par rapport aux besoins de consommation.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Surcoût d'investissement.
- La part de l'autoconsommation n'est pas optimisée.

ORIGINE

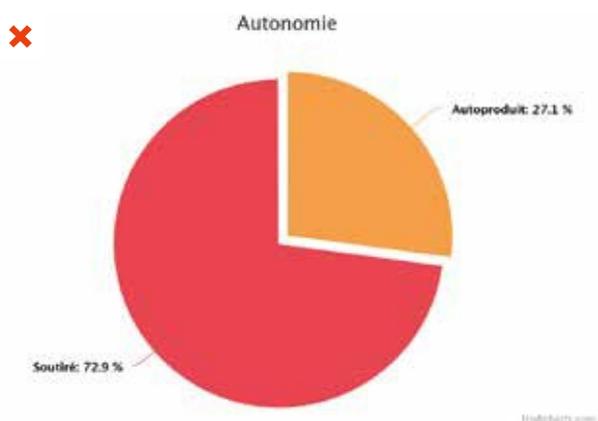
- Absence d'étude en conception conduisant à une surestimation des besoins et une sous estimation de la production.

SOLUTION CORRECTIVE

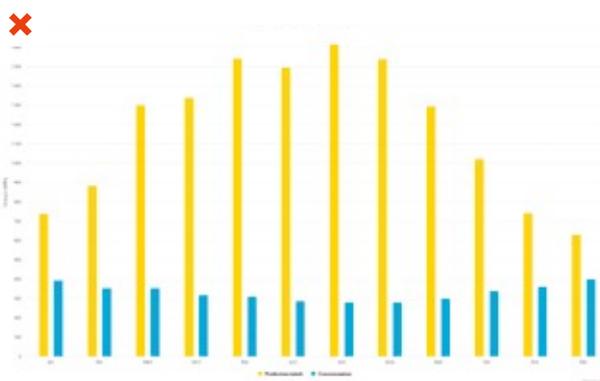
- Installer des batteries pour stocker le surplus, qui sera utilisé pour les besoins hors période de production.

BONNES PRATIQUES

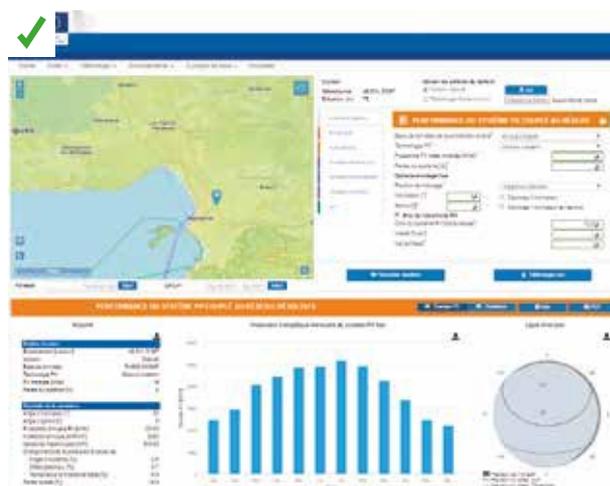
- Utiliser un logiciel de prédimensionnement.
- Saisir précisément les données de l'installation (latitude, longitude, inclinaison, orientation, kWc).
- Estimer finement la production/consommation et les effets de masque.
- Estimer la rentabilité économique de l'opération.
- Faire une étude sur les consommations des équipements électriques.
- Dimensionner l'installation en prenant en compte le taux d'autoproduction et le taux d'autoconsommation.



Selon le diagramme ci-dessus, le taux d'autoconsommation est très faible (27%) par rapport à l'ensemble de l'énergie produite. Ceci est dû au surdimensionnement de l'installation. ©AQC



L'installation n'est pas optimisée car elle est surdimensionnée par rapport aux besoins en consommation. ©AQC



Analyse de la performance du système photovoltaïque. Ci-dessus l'interface du logiciel avec les données de base et la courbe de production. Cet outil peut être utilisé en phase conception. ©AQC

Références

- Source web: <http://e-learning.ines-solaire.org/autoconso/>
- Source web: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html

2 PRENDRE EN COMPTE L'ENSEMBLE DES MASQUES SOLAIRES

CONSTAT

- Des éléments à proximité de l'installation, masquant une partie des panneaux photovoltaïques pendant une période de la journée, n'ont pas été pris en compte dans le calcul du dimensionnement.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Le rendement des panneaux est diminué et la part d'autoproduction visée n'est pas atteinte.
- Dans le cas d'un système avec onduleur central, s'il y a un masque sur un panneau, l'ensemble de la production est affectée.
- Risque de création de point chaud.
- Surconsommation d'énergie soutirée au réseau pour compenser les pertes.

ORIGINES

- Manque d'anticipation lors de la conception de l'installation conduisant au mauvais choix de son implantation.
- Mauvais choix technologique de l'onduleur.

SOLUTION CORRECTIVE

- Mettre en place un système qui rend indépendant chaque panneau (micro-onduleur ou optimiseur).

BONNES PRATIQUES

- Dimensionner l'installation en prenant en compte l'impact des masques sur le rendement.
- Étudier plusieurs emplacements de l'installation et comparer les pertes selon les effets de l'environnement.
- Envisager d'autres orientations (est / ouest) pour aplanir la courbe de charge. Dans ce cas, le choix des onduleurs est à soigner et chaque zone à traiter indépendamment.
- Identifier les zones soumises à un effet de masque pour regrouper en série les panneaux impactés.



Le bâtiment adjacent à l'installation génère une ombre qui réduit le rendement des panneaux. Ce masque n'a pas été pris en compte lors du dimensionnement. ©AQC



La cheminée projette son ombre sur les panneaux photovoltaïques durant plusieurs heures de la journée. Cet impact n'a pas été pris en compte et aucune disposition particulière n'a été prise. ©AQC



La différence altimétrique des toits crée des ombres projetées l'après-midi sur une partie des panneaux. La baisse de rendement induite n'a pas été anticipée. ©AQC

3 ANTICIPER LA PERTE D'ESPACE LIÉE À LA PRÉSENCE DES RÉSEAUX EN TOITURE TERRASSE

CONSTAT

- Initialement prévus avec une inclinaison, les panneaux ont été finalement posés à plat sur la toiture terrasse.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Réduction du rendement d'environ 10-15% due à l'absence d'inclinaison des panneaux.
- Encrassement accru en surface de panneaux qui occasionne une réduction du rendement.
- Projection de l'ombre portée des acrotères et des réseaux.
- Production très hétérogène en fonction des saisons. (Surproduction en été et sous-production en hiver).
- Risque de casse accru lié à la grêle.

ORIGINES

- Les réseaux n'ont pas été pris en compte lors de la conception du projet.
- Sous-estimation de l'encombrement des réseaux en toiture.

BONNES PRATIQUES

- Réaliser une étude des plans de synthèse incluant les différents réseaux en toiture et l'installation photovoltaïque.
- Organiser les échanges durant la phase chantier entre les entreprises en charge des différents réseaux et l'installateur des panneaux photovoltaïques.



Les gaines de ventilation prennent beaucoup plus de surface que ce qui était prévu en phase conception. Il a été décidé de positionner les panneaux à plat. ©AQC



Par manque de place, les panneaux photovoltaïques sont installés à plat. Le rendement est diminué. ©AQC



Par manque de place disponible, les panneaux sont positionnés entre l'acrotère et une gaine de ventilation. Ils reçoivent les ombres portées de la gaine sur certaines périodes de la journée. ©AQC

4 ANTICIPER LE CADRE RÉGLEMENTAIRE ET L'AVIS DES ORGANISMES PUBLICS

CONSTAT

- Le projet a été refusé par la mairie ou l'Architecte des Bâtiments de France (ABF), qui demandent des documents supplémentaires pour l'accord d'autorisation d'urbanisme. Les demandes concernent l'intégration au site et les vues perspectives, ainsi que le plan de masse du projet.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Allongement des délais de conception et retard de mise en œuvre.
- Surcoût lié à la production des perspectives virtuelles complémentaires et des prises de photographies qui n'avaient pas été envisagées initialement.

ORIGINE

- Le bâtiment se situe dans le rayon d'un site classé défini au PLU, obligeant au respect des exigences d'un ABF, même si le bâtiment se trouve en terrain isolé. Les concepteurs du projet méconnaissaient cela.

BONNES PRATIQUES

- Consulter l'ABF et la mairie avant le dépôt de la déclaration préalable de travaux.
- Intégrer au budget la réalisation de photographies, de perspectives et de relevés.
- Intégrer au planning global du projet le temps d'analyse de la déclaration préalable de travaux par les organismes publics.



Après consultation des organismes publics en amont du projet et devant l'absence de solutions alternatives, les panneaux photovoltaïques ont été intégrés à la toiture. L'anticipation a permis de considérer très tôt les risques et les points de vigilance à respecter pour ce type de pose. ©AQC



Réfection du toit d'une église avec intégration de tuiles photovoltaïques. La solution d'insertion a été validée par les services publics. ©AQC



Exemple d'insertion (rectangle noir) d'une installation photovoltaïque sur une orthophotographie (source Google Maps). Cette insertion a été ajoutée comme pièce complémentaire lors de la déclaration préalable. ©AQC

Références

- Source web: <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/R49471>
- Source web: <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F31487>
- Source web: <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F17578>
- « Procédés photovoltaïques intégrés en couverture ou en toiture », Communication Pôle prévention produits mis en oeuvre - AQC - 2018.

5 PRENDRE EN COMPTE LES DÉLAIS DE TRAITEMENT DE LA DEMANDE DE RACCORDEMENT PAR LE GESTIONNAIRE DU RÉSEAU

CONSTAT

- Une fois l'installation finalisée, la vente du surplus d'énergie produite par les panneaux photovoltaïques n'est effective que plusieurs mois (jusqu'à un an) après la demande de raccordement auprès du gestionnaire du réseau.

PRINCIPAUX IMPACTS

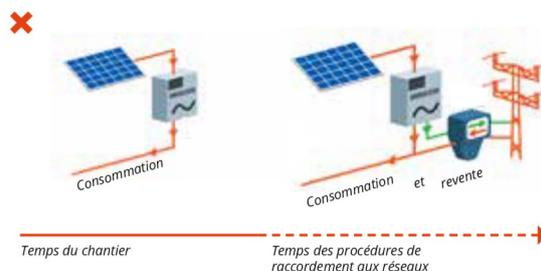
- Surcoût : le temps de retour sur investissement est allongé car le surplus n'est pas vendu pendant la période d'attente de raccordement dans le cas d'une installation prévue avec de la revente.
- Allongement des délais de livraison de l'opération.

ORIGINES

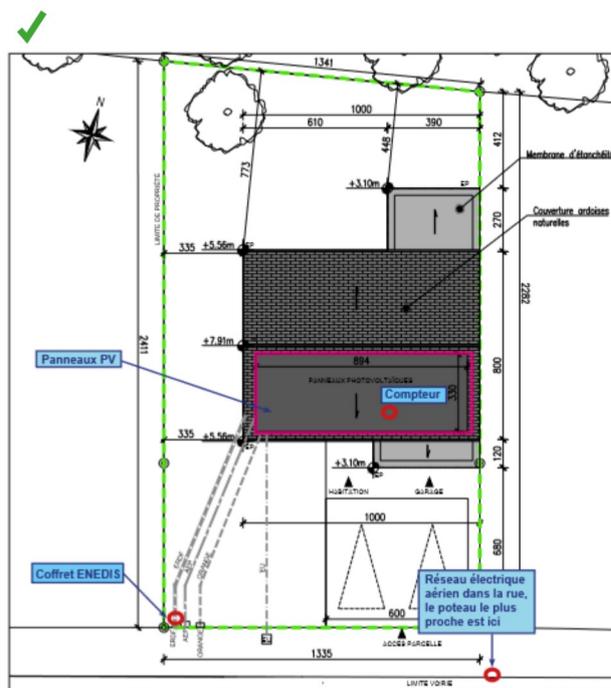
- Manque d'anticipation pour la constitution du dossier pour la demande de raccordement.
- Méconnaissance de la procédure d'intervention du gestionnaire du réseau.

BONNES PRATIQUES

- Anticiper cette période sans vente de production dès la conception pour l'intégrer dans le temps de retour sur investissement et pouvoir analyser plus correctement la faisabilité économique de l'opération.
- Lancer les démarches administratives dès le démarrage du chantier.
- Demander un soutien technique à l'installateur lors du remplissage du dossier de demande.



L'installation photovoltaïque est livrée rapidement mais le raccordement au réseau peut intervenir beaucoup plus tard. ©AQC



Plan de masse 1/100e

Exemple de plan de masse à fournir lors de la demande de raccordement. ©AQC

Références

- Source web : <https://www.enedis.fr/raccorder-votre-installation-de-production-deelectricite>
- Source web : https://www.enedis.fr/sites/default/files/Raccorder_son_installation_de_production_inf36_kVA.pdf
- Source web : <http://www.consuel.com/les-ac-evoluent/>

6 RECHERCHER UNE ALTERNATIVE À L'INTÉGRATION EN TOITURE

CONSTAT

- Les panneaux photovoltaïques ont été intégrés à la toiture principale, avec de faibles rendements, sans étudier les autres emplacements disponibles.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance permanente accentuée lors des épisodes de fortes chaleurs.
- Perte de rentabilité du système.

ORIGINE

- Méconnaissance ou absence d'étude sur le rendement en fonction du type de pose.

BONNES PRATIQUES

- Étudier avant d'intégrer les panneaux PV tous les autres emplacements où une surimposition serait possible.
- Vérifier systématiquement la bonne ventilation en sous face des panneaux.



Système de pose en surimposition. Les nouveaux procédés réduisent l'impact visuel des panneaux tout en offrant une lame d'air plus importante qu'en intégration. ©AQC



Les panneaux ont une double fonction : production électrique et protection solaire des baies. Cette solution a été retenue en alternative au choix initial d'intégration en toiture. ©AQC



Les panneaux photovoltaïques sont utilisés comme ombrière pour les voitures stationnées. ©AQC

Références

- Dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques : points de vigilance - Pôle prévention produits mis en oeuvre - AQC - Juillet 2018.

7 ANTICIPER LE POSITIONNEMENT DES ONDULEURS

CONSTAT

- Les onduleurs sont difficilement accessibles.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Mauvaise qualité de l'entretien et de la maintenance due aux conditions de travail difficiles pour les intervenants.
- Surcoût lié au temps d'intervention plus important.

ORIGINES

- Défaut de conception par manque de coordination des acteurs. La synthèse entre les plans des différents ouvrages fluides, CVC, photovoltaïque n'a pas été faite convenablement.
- Les usagers n'ont pas été sensibilisés au maintien d'un accès aisé aux onduleurs.

BONNES PRATIQUES

- Réaliser des plans de synthèse incluant l'ensemble des ouvrages d'exécution : gros œuvre, réseaux électriques, ventilation et chauffage, etc.
- Prévoir un cheminement d'accès adéquat aux dispositifs photovoltaïques et notamment aux onduleurs.

N.B. : L'accès aux onduleurs est d'autant plus important qu'ils font l'objet de 4% de remplacement la première année d'installation.



Les gaines de ventilation empêchent l'entreprise de maintenance d'avoir un accès aisé aux onduleurs. ©AQC



Les propriétaires stockent leur bois sous l'appentis prévu pour les équipements techniques. Les onduleurs sont difficilement accessibles. ©AQC



Local dimensionné pour assurer un accès aisé à chaque onduleur. ©AQC

Références

- Dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques : points de vigilance - Pôle prévention produits mis en oeuvre - AQC - Juillet 2018.

8 PRÉVOIR LA VENTILATION DU LOCAL ONDULEURS

CONSTAT

- Les onduleurs sont entreposés dans un local très petit avec peu de hauteur sous plafond. Le local n'est pas ventilé et les onduleurs surchauffent.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Baisse de rendement des onduleurs.
- Risque de dysfonctionnement ou de panne des onduleurs dû à la surchauffe.
- Risque d'incendie.

ORIGINES

- Absence de système de ventilation.
- Mauvais dimensionnement du local onduleurs.
- Mauvaise implantation des onduleurs.

SOLUTION CORRECTIVE

- Étudier la mise en place d'un système de ventilation.

BONNES PRATIQUES

- Associer le fournisseur des onduleurs à la conception du local, notamment pour anticiper les distances minimales à respecter entre les onduleurs.
- Prévoir systématiquement une ventilation du local lorsque les onduleurs ne sont pas équipés de ventilateurs intégrés.
- Positionner les onduleurs équipés de ventilateurs dans des locaux éloignés des pièces de vie (bruit).



Une porte en tôle métallique, imitant le bardage en façade, ferme le local abritant les onduleurs. Celui-ci n'est pas ventilé et se réchauffe fortement avec le rayonnement direct du soleil sur la porte métallique. Cet apport de chaleur se cumule avec la chaleur produite par les onduleurs. ©AQC



Ce local n'est pas ventilé. Il y a donc une surchauffe importante à l'intérieur pouvant altérer le bon fonctionnement des onduleurs et augmenter le risque d'incendie. ©AQC



Situé en toiture, ce local est largement ventilé sur sa partie basse, avec un espace d'environ 30 cm sur tout le pourtour du local. Le brassage d'air maintient une température adéquate. ©AQC

9 OPTIMISER LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE EN FONCTION DE LA PRODUCTION

CONSTAT

- L'énergie produite par l'installation photovoltaïque n'est pas consommée de manière efficace. Le taux d'autoconsommation est faible.

PRINCIPAL IMPACT

- Surcoût : durant certaines périodes de la journée, les besoins électriques ne sont pas couverts par l'installation et un achat d'énergie doit être fait pour les satisfaire.

ORIGINES

- En conception, la répartition des consommations électriques des usagers n'a pas été étudiée.
- Les usagers n'ont pas été sensibilisés à l'adaptation de leur consommation pour favoriser l'autoconsommation.
- Absence d'outil de suivi et de régulation.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Utiliser des dispositifs de suivi des consommations.
- Analyser les consommations énergétiques afin de programmer certaines tâches en journée plutôt que la nuit.
- Installer des dispositifs d'optimisation domotiques sur l'ECS ou l'électroménager.

BONNES PRATIQUES

- Analyser sa courbe de charge pour pouvoir ainsi améliorer le taux d'autoconsommation.
- Programmer les tâches quotidiennes énergivores dans les périodes de haute production (fin de matinée et début d'après-midi).
- Adapter ses consommations en fonction des prévisions météorologiques.
- Vérifier la compatibilité du ballon d'eau chaude avec les dispositifs de pilotage (régulateur de thermoplongeur).



La courbe de charge (rouge) n'est pas optimisée. Le taux d'autoconsommation (bleu) est de 56%, la production restante (aire verte) (44%) est vendue au réseau. ©AQC



La courbe de charge (rouge) est très optimisée. Le taux d'autoconsommation (bleu) est de 99%, seul 1% de la production restante (aire verte) est vendu au réseau. ©AQC



Un régulateur de thermoplongeur a été installé pour produire de l'eau chaude sanitaire avec le surplus de la production. ©AQC

Références

- « Photovoltaïque en autoconsommation », AQC, 2018.

10 EXPLOITER LA SUPERVISION DE LA PRODUCTION

CONSTAT

- Les systèmes de supervision de la production photovoltaïque ne sont pas exploités. Les alarmes et les défauts de production ne sont pas traités.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de rentabilité de l'installation.
- Surcoût lié à l'achat d'énergie.

ORIGINES

- Absence ou mauvaise organisation des acteurs en charge de la surveillance et de l'exploitation de la supervision.
- Défaut du système d'acquisition des données.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Identifier la ou les personnes en charge de l'exploitation de la supervision ainsi que leur remplaçant en cas d'absence.
- Élaborer un cahier des charges organisant la supervision (régularité des contrôles, remontée des alarmes...).

BONNE PRATIQUE

- Prévoir un système de supervision globale permettant un contrôle régulier et une bonne réactivité en cas d'incident.



La production des panneaux, prévue pour couvrir 75 % des consommations, n'en couvre que 5 %. Un défaut de réglage fait que les consommations sont couvertes par une chaudière bois, qui devrait être d'appoint. En l'absence d'acteur responsable de la supervision, le défaut de réglage n'a été constaté qu'au bout d'un an suite au bilan des consommations de la chaudière. ©AQC



Le système de pilotage n'est accessible que par le responsable technique du site. Se trouvant en congés, personne n'a remarqué que l'installation avait disjoncté. ©AQC



Un système d'alerte automatique a été mis en place via la GTB pour avertir le gestionnaire par sms lorsque les onduleurs disjonctent. ©AQC

Références

- Dysfonctionnements électriques des installations photovoltaïques : points de vigilance - Pôle prévention produits mis en oeuvre - AQC - Juillet 2018.
- Bâtiments équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître. Agence Qualité Construction - Cluster Eco Habitat - 2016

11 ENTREtenir LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

CONSTAT

- La poussière, la saleté ou la végétation s'accumulent sur les panneaux photovoltaïques. L'exposition à la lumière est réduite.

PRINCIPAL IMPACT

- Perte de performance des panneaux photovoltaïques (5 à 10% par encrassement).

ORIGINES

- Absence ou mauvaise qualité d'entretien.
- Manque d'anticipation lors du choix de l'implantation.

SOLUTION CORRECTIVE

- Engager un contrat de maintenance avec des intervenants qualifiés et habilités.

BONNES PRATIQUES

- Prévoir une inclinaison minimum de 15% pour limiter l'encrassement des panneaux.
- Réaliser une inspection visuelle régulière de l'installation.
- Engager un contrat avec une entreprise de nettoyage spécialisée.

N.B. : un professionnel dispose du matériel pour un nettoyage efficace même dans les zones difficiles. Il est également équipé pour intervenir en toute sécurité sur les installations en hauteur.



Saleté accumulée sur le dessus des panneaux dont l'inclinaison est quasi-nulle. ©AQC



Des restes de fiente, ainsi que la poussière d'un chantier adjacent s'accumulent sur les panneaux. ©AQC



Pour les installations au sol ou sur une toiture végétalisée, la coupe des végétaux doit être régulièrement réalisée autour des modules pour ne pas projeter d'ombre qui diminuerait le rendement. En cas d'incendie, cet entretien permet de limiter la propagation du feu. ©AQC

Références

- Source web: <https://www.energies-nouvelles.net/nettoyage-panneaux-photovoltaïques/>
- UTE C15-712-1 Chapitre 17 - Maintenance des installations.

12 RECYCLER LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

CONSTAT

- Suite aux remplacements des panneaux (casses ou pannes), ceux-ci sont déposés en déchetterie sans être recyclés.

PRINCIPAL IMPACT

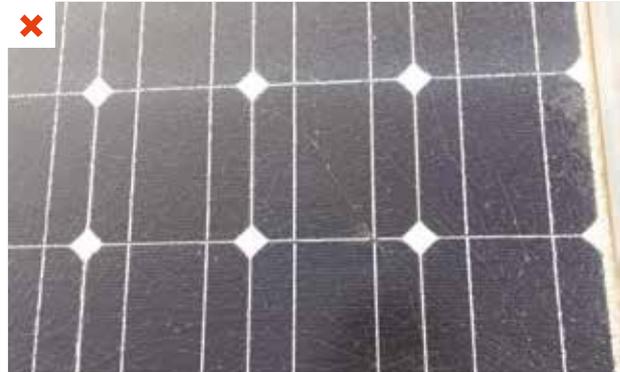
- Impact environnemental (métaux rares, aluminium, composants électroniques...).

ORIGINES

- Les points de collecte ne sont pas en nombre suffisant.
- La quantité de panneaux pouvant être déposés est limitée.

BONNES PRATIQUES

- Inciter les entreprises à adhérer au dispositif PVCycle.
- Prévoir un emplacement pour le stockage des panneaux avant de les amener au point de collecte.
- Se renseigner sur le nombre de panneaux pouvant être apportés sur un point de collecte et organiser des dépôts réguliers.



Ce panneau, cassé et trouvé en déchetterie, n'a pas été recyclé. ©AQC



Un endroit spécifique a été prévu pour le stockage des panneaux défectueux avant leur dépôt dans un point de collecte. ©AQC



Carte indiquant les points de collecte sur le site de PV Cycle. ©AQC

Références

- source web: <https://www.pvcycle.fr/>
- source web: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2014/8/19/DEVP1402208D/jo/texte>