

STRATEAU

Outil d'analyse stratégique et de prospective sur les
équilibres demande / ressources en eau

Note méthodologique





Sommaire

INTRODUCTION.....	3
LES USAGES STRATÉGIQUES DE L'OUTIL.....	3
SPÉCIFICITÉ DE LA MÉTHODE.....	4
DÉPLOIEMENT : PHASAGE ET DÉLAIS.....	4
OBJECTIFS DE LA NOTE.....	5
PRÉSENTATION GLOBALE DE LA MÉTHODOLOGIE.....	6
MODÉLISATION DE LA DEMANDE.....	9
ÉVALUATION QUANTITATIVE DE LA DEMANDE.....	9
TERRITORIALISATION ET TEMPORALISATION DE LA DEMANDE.....	13
INFLUENCE DES TAUX D'ÉQUIPEMENT ET DES FACTEURS EXOGÈNES.....	15
ÉVALUATION QUALITATIVE DE LA DEMANDE.....	16
AFFECTATION AVEC LA RESSOURCE.....	16
LES REJETS DE LA DEMANDE ET LES PERTES RÉSEAUX	19
MODÉLISATION DE L'OFFRE.....	22
LES PRÉCIPITATIONS.....	22
LES EAUX SOUTERRAINES.....	23
LES EAUX SUPERFICIELLES.....	26
RESSOURCES EN EAU NON CONVENTIONNELLES.....	30
SCHÉMA RÉCAPITULATIF.....	31
ANNEXES.....	32
LE DÉCOUPAGE DE LA DEMANDE.....	32



INTRODUCTION

Depuis 2009, l'Ambassade de l'Eau, aux côtés des Agences de Bassin, du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) et des principaux acteurs économiques de l'eau en France, a chargé Energies Demain d'assurer la maîtrise d'œuvre d'un **outil d'analyse stratégique et de prospective sur les équilibres demandes/ressources en eau (STRATEAU)**. Il est destiné à être déployé aux pays du pourtour méditerranéen.

Cet outil a notamment pour objectif d'offrir aux acteurs locaux une base de réflexion pour la **mise en place de politiques publiques de gestion de l'eau**. Il s'agit donc d'un **outil d'aide à la décision** destiné à éclairer le choix des décideurs dans toute stratégie politique ayant un lien avec la **gestion de la demande en eau (GDE)** ou impactant l'offre en eau. La finalité est une meilleure rationalité dans la gestion de l'eau ainsi qu'une objectivation des débats.

Les usages stratégiques de l'outil

STRATEAU est développé dans le but de **quantifier les demandes et les ressources en eaux d'un territoire** afin de pouvoir les mettre en vis-à-vis. Ainsi, les utilisateurs de l'outil seront en mesure :

- **De localiser les pressions sur la ressource en eau.** L'outil permet de visualiser sur quels territoires et à quels moments de l'année les déséquilibres offre/demande ont lieu. Les enjeux liés à la gestion de la ressource en eau apparaissent ainsi clairement à l'utilisateur.
- **D'obtenir une aide à la décision.** L'outil offre une décomposition fine des différents modes d'utilisation de la ressource pour permettre un éclairage quant aux actions structurelles à mettre en place et aux arbitrages nécessaires à faire entre les différents usages de l'eau. Des stratégies territoriales de gestion cohérente de la ressource pourront ainsi émerger de l'éclaircissement des modes d'utilisation. L'implémentation de scénarii autorise la modélisation de l'impact d'une politique de développement de tel ou tel secteur sur l'équilibre offre/demande en eau.
- **D'élaborer des stratégies d'anticipation.** Il sera possible grâce à l'outil d'étudier l'impact de tendances météorologiques futures par le biais de l'implémentation de scénarii. On pourra ainsi prévoir des plans d'action afin d'éviter les conflits d'usage.

Il est cependant important de comprendre que **STRATEAU ne constitue pas à proprement parler un générateur automatique de scénarii** puisque la prospective sera générée au moyen des données entrées par l'utilisateur.

D'autre part, **STRATEAU ne permet pas d'effectuer des calculs d'eau virtuelle**. Il fournit des informations nécessaires à son calcul mais il n'intègre pas des éléments essentiels à la reconstitution de l'eau virtuelle comme les chaînes alimentaires.

Enfin, il ne s'agit pas d'un outil de modélisation des comportements hydrologiques des nappes et des rivières, mais bien d'un **outil de modélisation des équilibres offre/demande en eau à l'échelle d'un territoire**.



Spécificité de la méthode

La modélisation de la demande et de la ressource en eau implique des règles de calcul et de quantification homogènes et représentatives d'une réalité territoriale avant même de chercher à définir des politiques publiques de gestion de l'eau.

L'outil STRATEAU permet donc de travailler :

- En intégrant le plus précisément possible les spécificités physiques et chronologiques du territoire considéré
- En identifiant les demandes générées et leurs prélèvements associés dans la ressource
- En prenant en compte les multiples facteurs exogènes qui influent sur l'offre et la demande en eau
- En offrant la possibilité de modifications d'hypothèses
- En considérant les aspects quantitatifs de la ressource en eau

En prenant en compte ces spécificités, l'outil cherche à répondre à un **besoin de mesure homogène des demandes et des ressources en eaux des territoires**. Cette homogénéité rendra ainsi possible la comparaison entre différents territoires.

Une particularité de la méthode réside dans le fait que l'on cherche à affecter spécifiquement à un territoire ce qui dépend directement des décisions politiques locales et de l'activité sur le territoire. Le périmètre ainsi établi est à rapprocher de la **notion de responsabilité des territoires vis-à-vis de leurs consommations d'eau**.

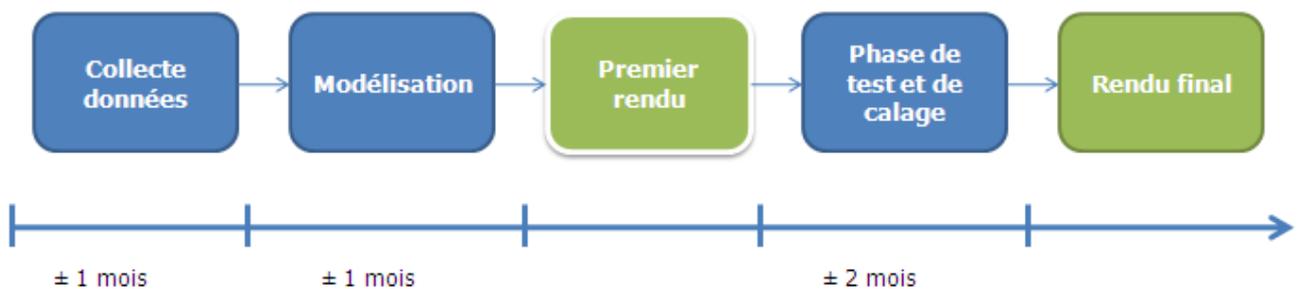
Déploiement : phasage et délais

Les différentes étapes de déploiement de l'outil sont les suivantes:

- **Collecte de données.** La phase de collecte de données constitue une des étapes les plus importantes. En effet, plus les données seront précises, plus les résultats du modèle seront fins. On appelle données aussi bien les déterminants (emploi, superficies irriguées, ...) que des informations sur les pratiques du territoire : taux d'utilisation, taux d'équipement, niveau technologique qui sont indispensables à la modélisation.
- **Modélisation.** L'étape de modélisation consiste à intégrer toutes les données collectées dans modèle, le formatage des données étant la phase la plus chronophage.
- **Premier Rendu.** Un premier rendu est alors disponible sur le site internet. Il se présente sous la forme d'un document Excel téléchargeable.
- **Phase Calage et test du modèle.** Après la mise en ligne des résultats, un panel d'une dizaine d'utilisateurs tests (personnes ayant une connaissance poussées du terrain) doit être identifié par le responsable afin de confronter le modèle aux réalités du terrain. Les remarques sont ensuite prises en compte dans le modèle.
- **Rendu Final.** Une fois toutes les remarques intégrées au modèle, les résultats finaux peuvent être divulgués à l'ensemble des utilisateurs.



Notons que les responsables des territoires souhaitant mettre en place l'outil sont invités à prendre contact avec l'Ambassade de l'eau ambassadedeleau@orange.fr. Ils trouveront sur le site internet de l'ambassade la liste des données nécessaires, classées par niveaux de priorité, à la mise en place de l'outil. Par ailleurs, l'Ambassade de l'Eau, au travers de son partenariat avec les écoles d'ingénieurs du pourtour méditerranéen, est en mesure de mettre en place un système de collecte de données par des étudiants.



(Plus les données sont précises et plus les résultats sont fins)

Les délais de mise en place de l'outil sont étroitement liés :

- au niveau de précision entendu ;
- à la taille du territoire ;
- et à la réactivité des utilisateurs tests.

Sur un territoire où toutes les informations sont disponibles et dans lequel les utilisateurs tests sont réactifs, on peut imaginer déployer l'outil en moins de deux mois. A contrario, le temps de déploiement pour un territoire qui ne dispose pas d'une information statistique centralisée et qui mettrait à contribution les jeunes ambassadeurs de l'eau (UMJAE) par exemple pourrait s'étendre sur une année.

Objectifs de la note

Ce document a pour but de présenter la méthodologie employée afin de caractériser les territoires, il décrit comment sont estimées les demandes et les ressources et quelles ont été les sources de données utilisées.

Ce document ne présente que les logiques de calcul des demandes/ressources en eau et non pas les algorithmes de calcul de l'outil informatique final.

PRÉSENTATION GLOBALE DE LA MÉTHODOLOGIE

On notera le **caractère innovant de la méthode proposée** : il s'agit de définir une méthode de comptabilité de la demande et de la ressource en eau pouvant être déployée de manière homogène sur tous les territoires et satisfaisant aux critères d'additivité, de cohérence et d'opérationnalité.

La modélisation retenue est la **méthodologie bottom-up descendant à la maille la plus fine par défaut** : ce choix de structuration permet de représenter n'importe quel niveau de connaissance que celle-ci soit statistique ou qu'elle soit issue d'enquêtes terrains. Nous structurons notre modèle avec sa description physique et l'ensemble des paramètres le régissant, assurant ainsi la compréhension très fine du besoin généré par la nature de l'activité.

- **Modélisation de la demande**

Chacun des usages possibles de l'eau est répertorié. On reconstitue ainsi la demande par type d'usage sur un territoire donné pour chacun des six secteurs suivants : l'industrie, l'énergie, le tertiaire, l'agriculture, le résidentiel et l'environnement. Il est important de signaler que pour chaque secteur, **la demande en eau est reconstituée**, les données des stations de mesures servent uniquement au calage du modèle et à la vérification de la cohérence des résultats. La **logique « bottom-up »** est illustrée par la figure 1.

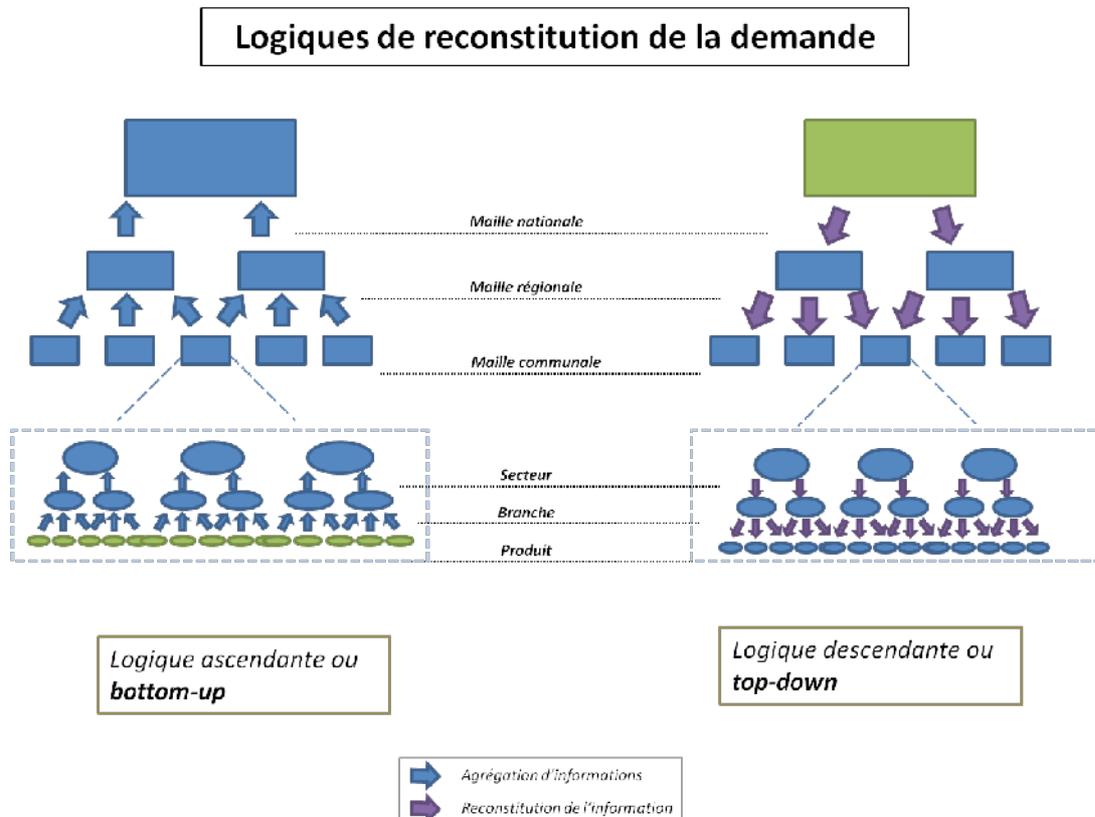




Figure 1 : Schéma de comparaison Bottom-up / Top-down

- **Modélisation de la ressource**

Deux types de ressources naturelles sont considérées : les **eaux superficielles** (l'eau des rivières et des lacs) et les **eaux souterraines** (l'eau des nappes). Ces deux réservoirs sont alimentés naturellement par l'infiltration et le ruissellement des précipitations, mais également par certains rejets anthropiques. Le modèle permet également l'intégration de ressources en **eau non conventionnelles**, telles que l'eau issue des usines de dessalement d'eau de mer et la réutilisation des eaux usées.

- **Temporalisation et territorialisation**

La ressource est temporalisée (ressource disponible au prélèvement à l'instant t) et territorialisée (lieu du prélèvement le plus précis possible), de même pour la demande qui varie dans le temps, et qui est associée à un territoire donné.

- **Règles d'affectation**

Des règles d'affectation seront également implémentées qui préciseront la **part prélevée dans telle ou telle ressource selon l'usage**. Les rejets sont également affectés soit aux eaux de surface soit aux eaux souterraines.

Le schéma suivant récapitule de façon globale la méthodologie utilisée.

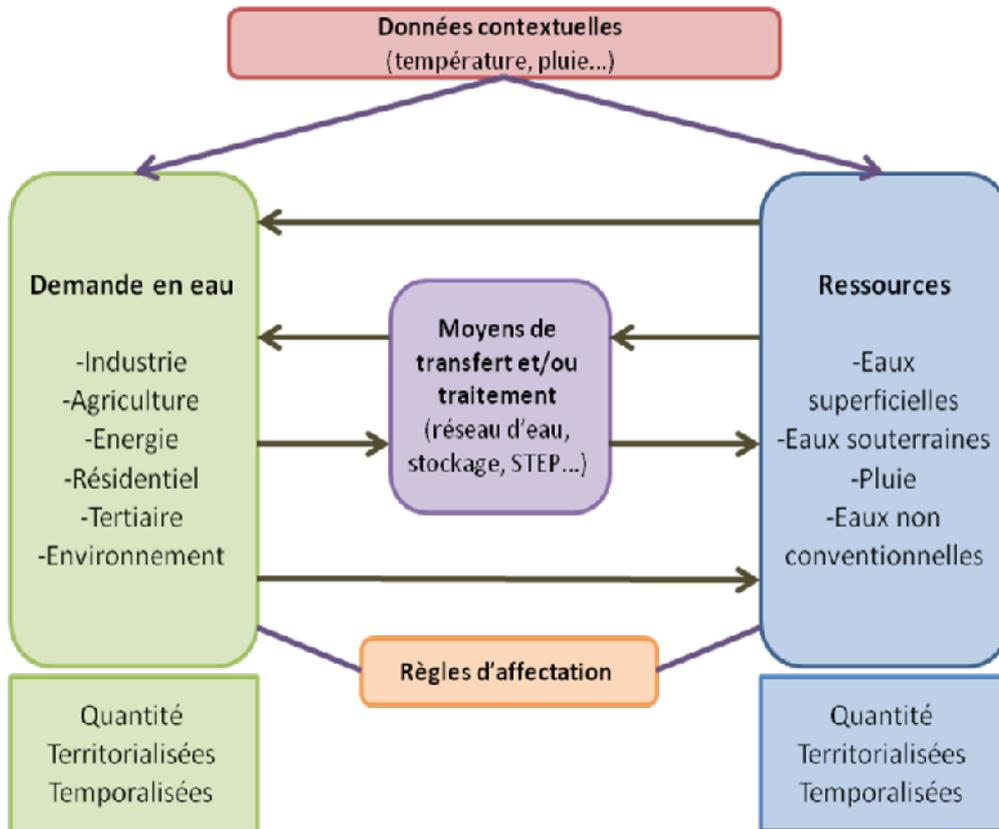


Figure 2: Schéma global de la méthodologie utilisée



MODÉLISATION DE LA DEMANDE

Afin de modéliser la demande, six secteurs potentiellement préleveurs et/ou consommateurs d'eau ont été identifiés:

- L'agriculture
- L'industrie
- L'énergie (production d'électricité)
- Le tertiaire
- Le résidentiel
- L'environnement (territoires non cultivés)

L'outil recense tous les usages de l'eau par les différents **secteurs**, sur un territoire donné à un instant donné. Ce découpage permettra par la suite d'avoir des résultats de la demande en eau par secteur et en fonction du temps, ce qui constituera une information importante pour aider le décideur local dans ses choix de politiques de gestion de la demande en eau.

Chacun des secteurs est découpé en **branches**, puis en **sous-branches** selon les codes NAF (Nomenclature des Activités Françaises) de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) afin d'être complets et en cohérence avec les autres outils d'Energies Demain. Cette nomenclature est propre à la France mais le découpage est valable pour tous les pays du pourtour de la Méditerranée.

Pour chacune des sous-branches, l'utilisation de l'eau est segmentée en **utilisations dites primaires**, c'est-à-dire en utilisation les plus fines possibles. Ceci afin d'avoir une vision bien précise des modalités d'utilisation de la ressource dans les différents secteurs.

Le modèle descend donc de la maille la plus fine pour reconstituer la demande, mais il permet également l'agrégation de l'ensemble de ces demandes unitaires pour obtenir des résultats plus globaux, à l'échelle de la branche ou du secteur (voir figure 1).

Nous ne décrivons pas ici les branches, sous-branches, familles d'usages et usages identifiés par souci de lisibilité : celles-ci sont disponibles en annexe.

Evaluation quantitative de la demande

Afin d'évaluer la demande en eau de chaque secteur sur le territoire, **une consommation unitaire d'eau est établie pour un déterminant final propre à chaque secteur.**

Par exemple, si on considère une bouteille de soda comme déterminant final, pour sa fabrication, de l'eau a été nécessaire à plusieurs niveaux : pour la matière première, pour la consommation des employés (hygiène, eau de boisson), pour le nettoyage... L'utilisateur de l'outil ne devra alors implémenter que le déterminant final, ici le nombre de bouteilles de soda produites dans sa commune par exemple, pour obtenir la demande en eau associée à cette activité particulière.

Sur les territoires tests, les déterminants finaux ont déjà été implémentés dans le modèle, il s'agit de déterminants de production pour l'industrie, d'emploi pour le tertiaire, du nombre d'habitants pour le résidentiel... L'utilisateur n'a donc pas à les rentrer, mais il a la possibilité de modifier ces déterminants finaux, s'il possède par exemple des informations plus précises ou dans le cadre de scénarii prospectifs.



La consommation unitaire pour chaque déterminant final est fournie par Energies Demain, elle est basée sur des recherches bibliographiques mais peut être également modifiée.

► L'Industrie

Le secteur de l'industrie est découpé en branches, puis en sous-branches selon les codes NAF de l'INSEE.

Pour chaque sous-branche du secteur industriel une consommation d'eau par **déterminant final** est établie (combien de litres d'eau par tonne d'acier produite, par voiture produite...). Nous définissons ensuite un ratio moyen de production par employé pour la France, auquel est donc associée une consommation moyenne d'eau. Comme nous disposons pour chacune des communes des **effectifs des salariés** en fonction des codes NAF, il est possible d'estimer la demande en eau pour chaque branche du secteur industriel sur le territoire considéré.

Sur un territoire pour lequel nous ne disposerions pas de données sur le nombre d'employés par secteur ou bien s'il apparaissait plus pertinent à l'utilisateur d'entrer directement le déterminant final (c'est-à-dire la production), cette possibilité est offerte via l'interface web.

► Le Tertiaire

Le secteur tertiaire est également découpé en branches et sous-branches selon les codes NAF de l'INSEE. Pour ce secteur les déterminants finaux sont les effectifs : on considère une consommation d'eau moyenne par **employé**. Cette consommation unitaire d'eau dépend notamment de la taille de l'entreprise considérée. Comme nous disposons pour chacune des communes des effectifs des salariés en fonction des codes NAF, il est possible d'estimer la demande en eau des différentes branches du secteur tertiaire sur le territoire considéré.

Notons que nous intégrons les consommations des **visiteurs** pour la branche « Culture », des **étudiants** pour la branche enseignement, des sportifs pour la branche « Sport et loisirs » et des **clients** pour les branches « Café, hotel, restaurant ». Ces données sont disponibles sur le site de l'INSEE.

► Le Résidentiel

Pour le secteur résidentiel, le déterminant final est le **nombre d'habitants par type de logement** (maison ou appartement/HLM). Le type de logement modifie certains **taux d'équipement** (comme ceux en piscines, jardins, baignoires...) et donc la consommation finale en eau. La demande en eau de chaque résident est reconstituée à partir des consommations unitaires d'eau pour la cuisine, l'hygiène, le nettoyage etc... Pour chacun des usages, nous affectons également un **taux d'utilisation** moyen, par exemple 1 douche par personne et par jour.

► L'Énergie

Pour le secteur de l'énergie, le déterminant final utilisé est le nombre de **mégawatt produits** par type de centrale (thermique, nucléaire, etc...) présente sur le territoire étudié. Compte tenu de l'enjeu particulier de ce secteur et du faible nombre de centrale, chacune des centrales a fait l'objet d'une étude approfondie.

► L'Agriculture

Dans le cas du secteur agricole, on distingue deux types de demandes en eau : la demande en eau d'**irrigation** liée aux cultures et la demande en eau liée à l'**élevage**.



- La demande en eau d'irrigation liée aux cultures

Pour obtenir la demande en eau des cultures irriguées, le modèle commence par calculer **le besoin en eau mensuel de chacune des cultures**.

Ce besoin en eau des cultures est ensuite **comparé aux précipitations sur les surfaces cultivées**. Si ces précipitations ne sont pas suffisantes pour satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures, alors un apport supplémentaire par **irrigation** est nécessaire.

Le volume d'eau qui est effectivement apporté pour l'irrigation dépendra ensuite de **l'efficacité du système d'irrigation**. Pour un système d'irrigation très efficace (goutte à goutte) le volume apporté sera proche de la différence entre les besoins en eau des cultures et les précipitations, mais pour certains systèmes beaucoup moins efficaces (irrigation gravitaire) le volume apporté peut être jusqu'à deux fois supérieurs à celui effectivement nécessaire pour compléter les besoins en eau des cultures. On considère que **le surplus d'eau d'irrigation s'infiltre** et retourne ensuite dans les nappes.

Détail pour le calcul du besoin en eau des cultures :

Le besoin en eau des cultures est assimilé à l'évapotranspiration réelle (ET_R)

L'évapotranspiration réelle (ET_R) s'obtient en multipliant l'évapotranspiration (ET_o) standard par le coefficient cultural (K_c).

$$ET_R = ET_o * K_c$$

L'évapotranspiration standard (ET_o) est définie par Penman (1956) comme étant la quantité d'eau transpirée par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région.

Le coefficient cultural (K_c) est fonction du type de culture et de son stade cultural.

Illustration du cas où les besoins en eau des cultures sont satisfaits par les précipitations :

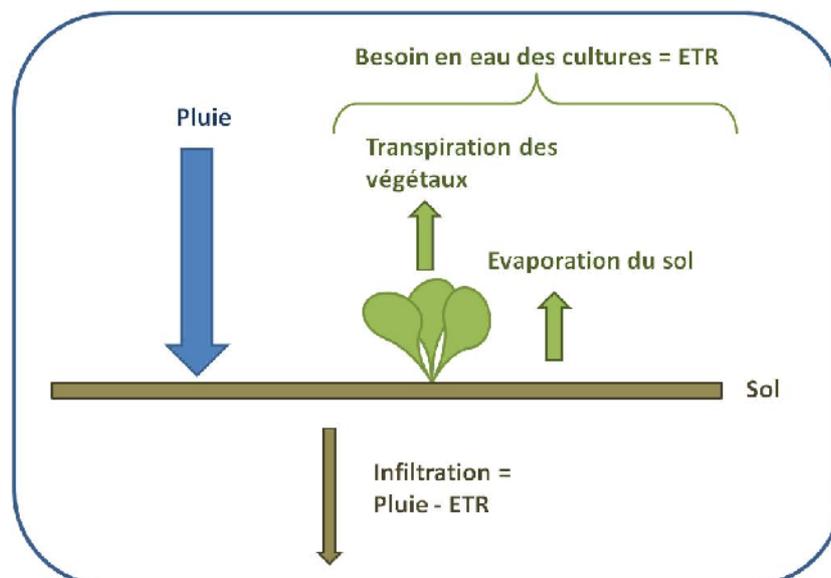
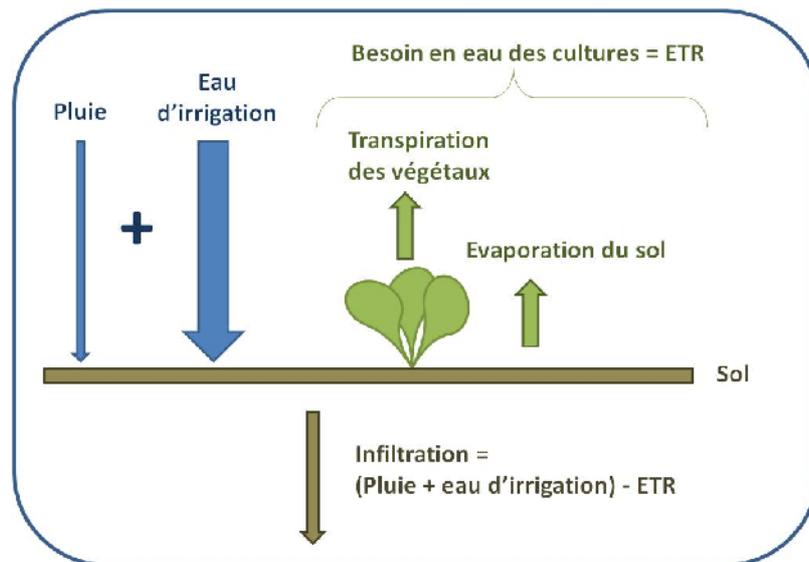


Illustration du cas où les besoins en eau des cultures ne sont pas entièrement satisfaits par les précipitations :



Données nécessaires pour la reconstitution de la demande en eau d'irrigation :

Les superficies par type de culture

En France, pour reconstituer les superficies agricoles par commune nous avons utilisé des données provenant de l'Agreste, le service statistique du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche. Tout d'abord nous nous sommes appuyés sur le dernier Recensement Agricole (RA 2000) qui nous a fourni des informations sur les superficies agricoles présentes en 2000 ainsi que sur les superficies irriguées par culture. Nous avons actualisé ces informations à l'aide des Statistiques Agricoles Annuelles ainsi qu'avec les enquêtes sur les vergers disponibles à l'échelle départementale sur le site de l'Agreste. Nous disposons ainsi des superficies agricoles irriguées par type de culture et par commune en 2006.



Les modes d'irrigation

Nous avons obtenu les informations sur les modes d'irrigation par les mêmes biais (RA 2000, Statistiques agricoles annuelles 2006 et Enquête Vergers 2006). Nous affectons à chaque mode d'irrigation un rendement, obtenus à l'aide de publication telle que « Irrigation Durable » du MAAP en 2005.

Les conditions météorologiques

Les besoins de la plante varient en fonction des conditions météorologiques. Les paramètres pris en compte sont les suivant : la pluviométrie, la température, l'insolation, l'humidité relative et le vent. Ils permettent d'évaluer l' ET_0 . Nous nous sommes appuyés sur des données de Météo France pour les années 2004, 2005 et 2006.

- La demande en eau liée à l'élevage

Pour calculer la demande en eau liée à l'élevage sur un territoire donné, il est nécessaire de connaître **la taille et la composition du cheptel** sur le territoire considéré. A partir de consommations unitaires d'eau calculées pour chaque type d'animal (une fiche technique élaborée en 2007 par le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales d'Ontario donne les consommations journalières d'eau pour les différents types d'animaux d'élevage en fonction de leur stade de croissance, de leur production et de la température extérieure), il est alors possible d'obtenir la demande en eau du secteur.

A noter qu'il ne s'agit pas ici d'un calcul d'eau virtuelle, en effet la consommation en eau pour chaque animal ne prend pas en compte l'eau qui a été nécessaire pour produire son alimentation.

► L'Environnement

La demande environnementale est également traitée dans le modèle. Elle correspond ici à **la demande en eau des surfaces boisées sur le territoire**. En utilisant le même type de calculs que pour les cultures, on reconstitue la demande en eau de chaque type de forêts. Cette demande environnementale peut ensuite être mise en regard avec les précipitations sur le territoire, ce qui permet à l'utilisateur de constater si les forêts sont en stress hydrique à certains moments de l'année.

La demande en eau des écosystèmes aquatiques n'est pas traitée directement dans la partie demande, mais il sera possible de constater au niveau de l'offre si le débit des rivières descend en dessous d'un débit réservé minimum, essentiel au maintien écosystèmes.

Territorialisation et temporalisation de la demande

Le modèle est également capable de **temporaliser et de territorialiser chaque demande**. Cette tâche essentielle est extrêmement dépendante des données disponibles. Si les déterminants finaux qui permettent de reconstituer la demande en eau sont disponibles à la maille communale, alors l'évaluation de la demande en eau pourra se faire à cette échelle de précision. Si l'utilisateur souhaite obtenir la demande en eau sur un territoire plus large, celle-ci sera constituée de l'agrégation des demandes des communes qui le constituent. On peut ainsi remonter à l'échelle de tout un bassin versant, voire même de l'ensemble d'un pays.

Dans le cas où les informations nécessaires à l'évaluation de la demande ne sont disponibles qu'à une échelle plus globale, l'évaluation de la demande se fera alors de façon générale sur cette maille territoriale.

► Territorialisation



Dans le cas de la France, les demandes sont reconstituées à l'échelle de la commune.

Pour les demandes industrielle et tertiaire, la territorialisation se fait majoritairement à partir des effectifs des codes NAF donnés à l'échelle communale, donc en fonction du nombre d'employés par secteur. Notons que pour le secteur industriel, il est également possible de rentrer directement le déterminant final auquel une consommation unitaire est associée.

Pour la demande en eau liée aux cultures et à l'environnement, la territorialisation se fait à l'aide de la localisation des superficies irriguées (Agreste) et des surfaces de forêts sur chaque commune (Corine Land Cover).

► Temporalisation

En ce qui concerne la temporalisation, les demandes peuvent être générées selon deux pas de temps. Toutes les demandes seront évaluées au pas de temps mensuel et l'utilisateur pourra choisir via l'interface web de générer des sorties plus fines temporellement pour les secteurs du résidentiel et de l'industrie.

- **La demande mensuelle**

Selon les secteurs, **l'activité est plus ou moins dépendante de la période de l'année**. Ainsi, un taux d'activité par mois est défini pour chaque sous-branche.

Par exemple, dans le cas du résidentiel principal, ce pourcentage sera plus faible en été qu'en hiver (période de vacances durant lesquelles certaines personnes ne sont pas chez elle).

Pour l'industrie en France, le taux d'activité est calculé au moyen de l'évolution sur l'année de l'indice de production industrielle réalisée par l'INSEE chaque année.

Ce taux d'activité est également territorialisé afin de prendre en compte les différences entre les territoires.

Notons que pour les demandes agricoles (cultures) on parlera de date de plantation et de récolte plutôt que de taux d'activité.

- **La demande horo-saisonnière**

La maille la plus fine est l'horo-saisonnier, pour laquelle on définit des **profils de demande horaire pour trois journées type : jour de semaine, samedi et dimanche**. Le découpage de la demande selon cette maille est **pertinent pour le résidentiel et l'industrie**. Pour les autres secteurs une maille temporelle plus large est utilisée du fait de la difficulté d'obtenir des informations plus précises.

Afin de réduire le temps de calcul, nous avons choisi d'effectuer les sorties horo-saisonnières **uniquement sur demande de l'utilisateur**. C'est-à-dire que l'utilisateur fait d'abord les extractions mensuelles qu'il peut ensuite horo-saisonnaliser en cochant cette fonctionnalité sur la plateforme web.

Pour ce faire, un taux d'utilisation horaire est implémenté par défaut qui décrit les tendances d'utilisation de l'eau par heure et par journée type (par exemple, l'utilisation des toilettes connaît deux pics en début et fin de journée qui seront visibles dans les graphiques de sortie). Pour l'industrie française ce taux d'utilisation horaire est basé sur le rythme de travail des salariés du secteur industriel. Ces valeurs seront prises par défaut pour les autres bassins étant donné le manque d'informations dont nous disposons.



Influence des taux d'équipement et des facteurs exogènes

► La prise en compte des taux d'équipement

Pour chaque déterminant final, **trois valeurs de consommation unitaire** sont mises à disposition par Energies Demain : **une consommation économique, normale ou haute**. Ces trois valeurs de consommation implémentées par défaut sont modifiables. L'utilisateur peut donc, s'il dispose des taux d'équipements, avoir accès à une estimation de la demande la plus précise possible.

Pour illustrer ce taux d'équipement, prenons l'exemple des consommations d'eau des cultures : le pourcentage d'équipement « haut » correspond à la part des cultures qui sont irriguées de façon gravitaire (l'eau est transportée jusqu'au bord et à l'intérieur des parcelles dans des canaux aménagés suivant la pente naturelle), le pourcentage d'équipement « normal » correspond à l'irrigation par aspersion et le « faible » correspond à la micro-irrigation (goutte à goutte).

► L'influence des facteurs exogènes

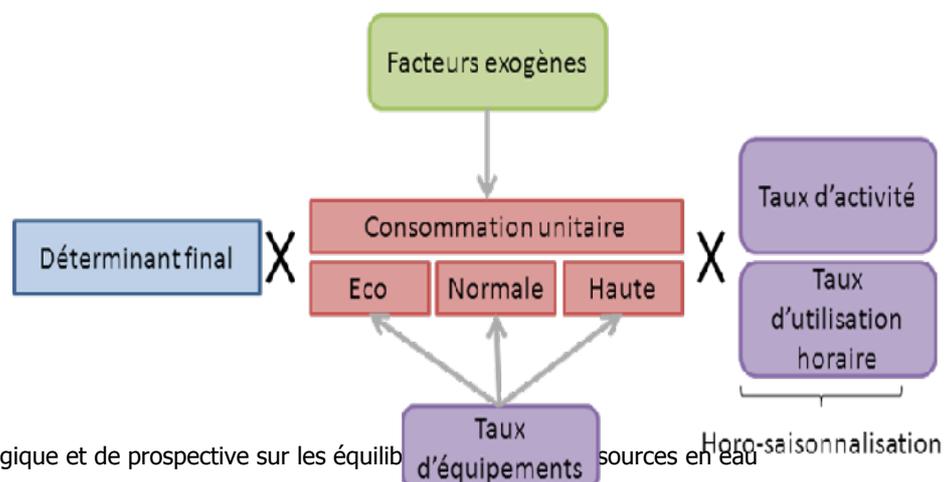
Certains facteurs exogènes (température, pluie, pression, etc...) sont également pris en compte dans la modélisation de la demande en eau. Ces facteurs **modifient les consommations unitaires de certains procédés** : la température et la pluie ont une influence sur l'irrigation des cultures, la température a également une influence sur la consommation résidentielle en eau (piscines, jardins...).

Dans le modèle, des valeurs moyennes par mois de ces différents facteurs, ont été associées aux différents territoires. Mais ces valeurs sont modifiables pour un utilisateur qui disposerait de données plus précises sur un territoire.

► Création de scénarii

La prise en compte par l'outil de l'influence des taux d'équipement et des données climatiques sur la demande, sera un des moyens de réaliser des **scénarii prospectifs** en implémentant des valeurs obtenues par des modèles climatiques par exemple ou bien en analysant l'influence du passage d'une technologie à une autre sur l'évolution de la demande en eau.

Le schéma ci-dessous récapitule la méthode de calcul de la demande en eau pour chaque secteur :



Outil d'analyse stratégique et de prospective sur les équilibres



Evaluation qualitative de la demande

Les différents usages ne nécessitent pas la même qualité de l'eau : en effet, cela peut aller de l'eau non potable pour le refroidissement à de l'eau ultra-pure pour l'industrie électronique par exemple.

Du fait du très grand nombre de polluants et de la complexité de modélisation de la propagation des polluants, nous avons opté pour une **évaluation sommaire de la qualité de l'eau**. La qualité des eaux n'est pas quantifiée mais évaluée au moyen des **3 niveaux** (mauvais, normal, bon) dans chacune des catégories suivantes : pollution macro-chimique, micro-chimique et biologique. On distingue **la qualité requise pour un procédé de la qualité rejetée au cours du process**.

Il est cependant difficile de mesurer précisément l'impact de ces rejets sur la ressource dans la mesure où les différents niveaux de pollution sont qualitatifs. Il sera donc uniquement possible de préciser **la qualité des volumes d'eau rejetée**.

Affectation avec la ressource

Pour chaque type d'usage **la demande sera répartie entre les eaux superficielles, les nappes et le réseau d'eau potable** respectivement associés au territoire sur lequel la demande est générée. Le réseau d'eau potable allant lui-même puiser dans les nappes et les eaux superficielles. Lorsque l'eau passe par le réseau d'eau potable, on introduit **les pertes en eau du réseau**. Le pourcentage de pertes du réseau est une donnée modifiable.

Pour chaque secteur, la répartition de la demande entre les différentes ressources est très variable, et peut être modifiée en fonction des informations disponibles et des ressources accessibles dans chaque territoire. Dans le modèle, les valeurs entrées par défaut correspondent au cas de la France (le document de référence choisi est « Les prélèvements d'eau en France en 2001 version 3 », *RNDE*, Mars 2004).

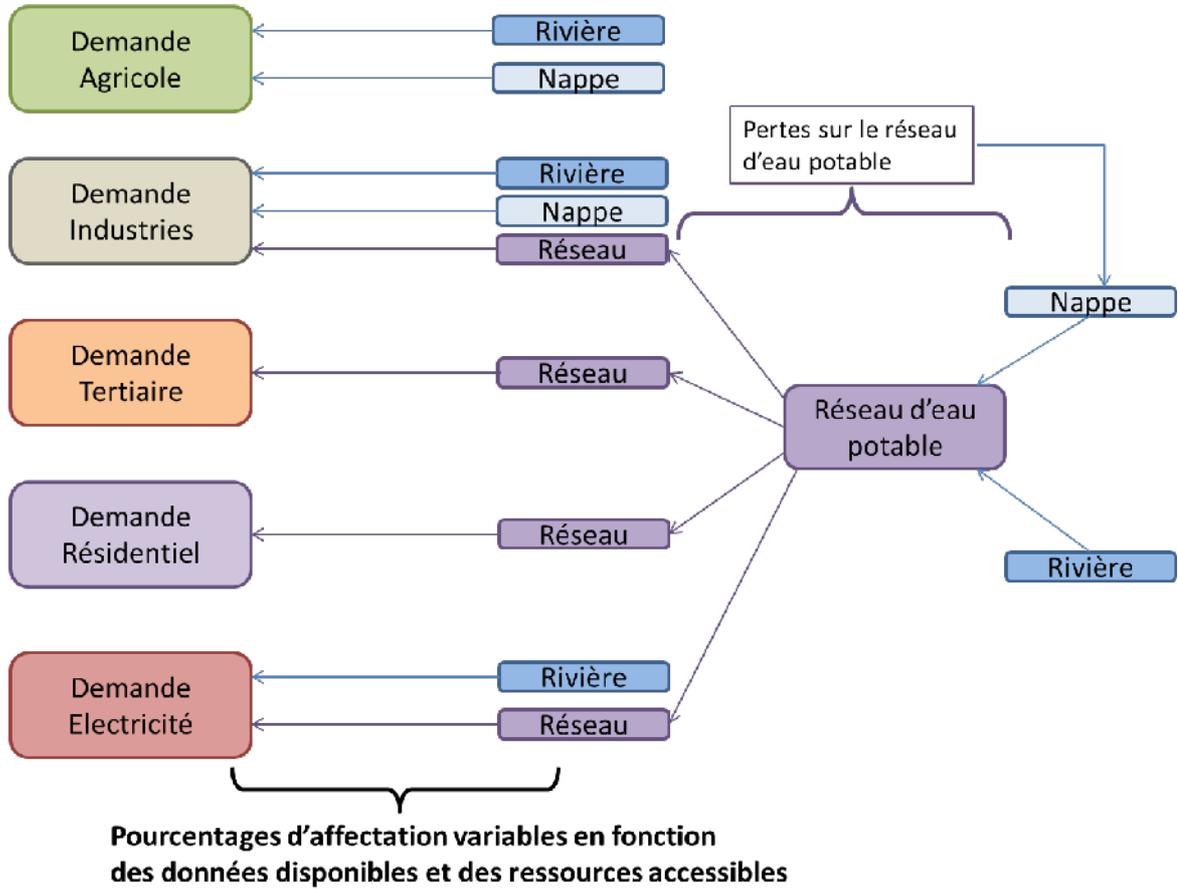


Figure 4: Schéma d'affectation entre la demande et la ressource



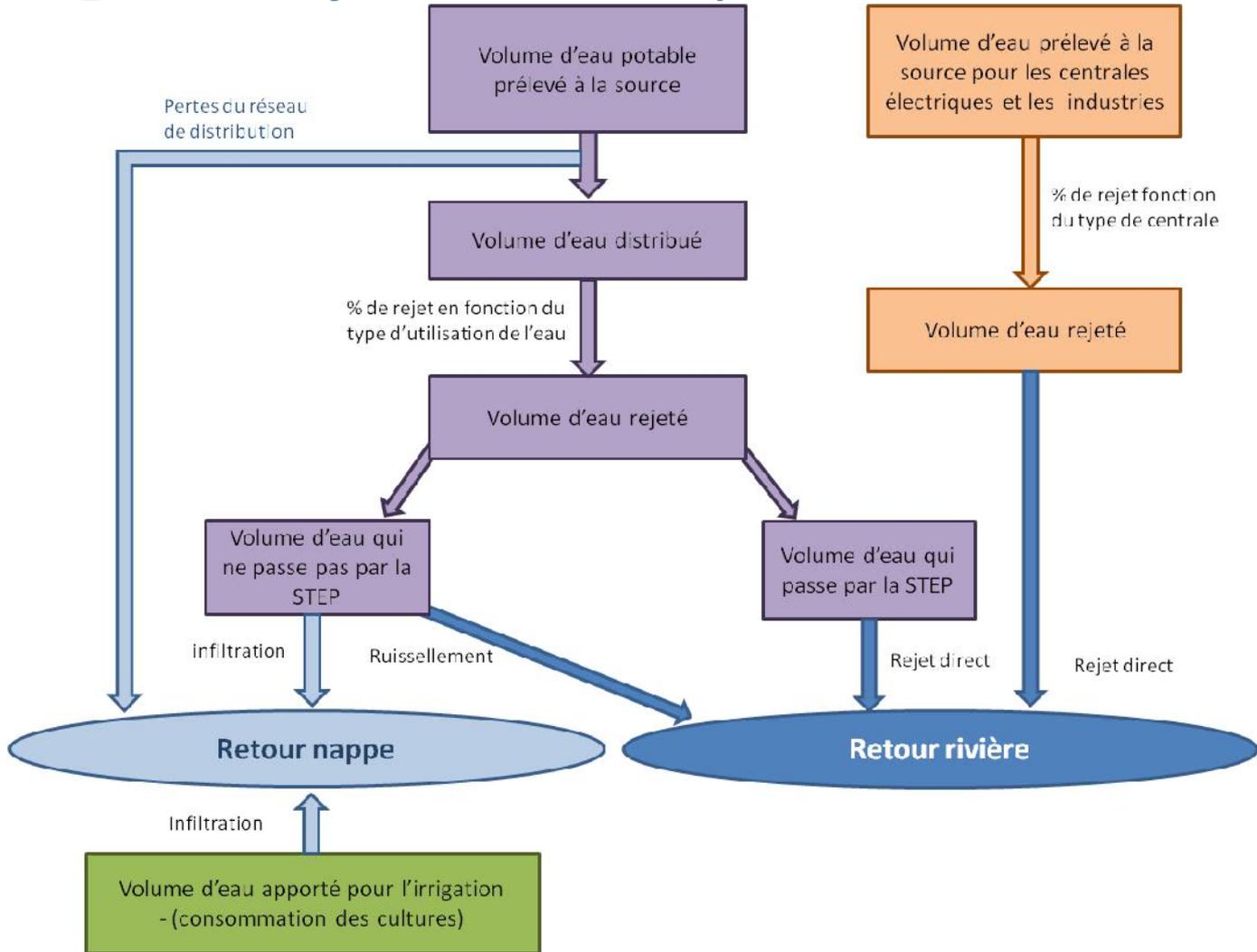
Les rejets de la demande et les pertes réseaux

Pour chaque type d'usage de l'eau, un certain pourcentage de l'eau prélevée afin de satisfaire la demande est rejeté. L'eau peut être **rejetée directement** (dans le cas de certaines industries, des centrales électriques et des fosses septiques) ou bien après **passage par une station d'épuration** (STEP). Les rejets sont ensuite affectés aux différentes ressources du territoire : eaux souterraines et nappes, on prend également en considération la partie des rejets qui se fait directement en mer pour les territoires littoraux.

La partie de l'eau d'irrigation qui n'est pas consommée par les cultures peut également s'infiltrer et aller recharger les nappes. Ce volume d'eau non consommé dépend de l'efficacité du système d'irrigation, qui est également un paramètre modifiable.

Les pertes du réseau sont aussi intégrées dans le modèle, il peut en effet y avoir des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable. On considère que ces pertes s'infiltrent et vont recharger les nappes d'eau souterraine.

Figure 5: Schéma d'affectation des rejets aux ressources.





MODÉLISATION DE L'OFFRE

En ce qui concerne l'offre en eau, le modèle prend en compte **l'offre naturelle** en eau mais également **les ressources en eau non-conventionnelles**.

L'offre naturelle en eau est calculée à partir des précipitations sur le territoire qui alimentent les eaux de surface et les eaux souterraines. Les échanges entre nappes et entre nappes et rivières ne sont intégrés car trop complexes. Les ressources en eau non-conventionnelles prises en compte par le modèle sont l'eau issue des usines de dessalement d'eau de mer et la réutilisation des eaux usées.

Attention, nous préconisons aux utilisateurs de ne pas interpréter les valeurs des ressources modélisées par STRATEAU comme l'état actuel de la ressource mais de les utiliser **en différentiel**. C'est-à-dire que l'évolution de la ressource d'un mois (ou d'une année) sur l'autre renseigne sur la tendance actuelle. On peut ainsi voir si une ressource diminue mais pas quantifier cette réduction précisément.

Les Précipitations

Pour chacun des territoires traités, la ressource en eau est calculée à partir des précipitations qui ont lieu sur le territoire. Le modèle considère des volumes de **pluie mensuel**, il est donc important de signaler que **le modèle ne prend pas en compte les phénomènes extrêmes**, comme un épisode de pluie violent.

A partir de la pluie qui tombe sur le territoire il s'agit donc de déterminer quelle est la **fraction** de cette eau qui va **s'infiltrer** et recharger les nappes et quelle est celle qui va **ruisseler** et alimenter les eaux de surface.

Pour cela il faut d'abord connaître quelles sont les **précipitations efficaces**, c'est-à-dire quelle est la quantité d'eau fournie par les précipitations qui reste disponible à la surface du sol, après soustraction des pertes par évapotranspiration réelle. **L'évapotranspiration réelle** correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes. Une fois que l'on connaît la pluie efficace, il faut pouvoir affecter une partie de cette eau aux nappes souterraines et l'autre aux eaux de surface. Dans le modèle, la pluie efficace n'est recalculée que dans le cas des cultures irriguées, pour les autres surfaces on utilise directement les valeurs mensuelles de pluie efficace fournies par météo France.

Pour la France, il existe un indice : l'**IDPR** ou Indice de Développement et de Persistance des Réseaux, qui évalue de manière indirecte la capacité intrinsèque du sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de surface. Cet indice nous permet d'avoir accès à un pourcentage d'infiltration sur un territoire donné, qui appliqué à la quantité d'eau de pluie disponible à la surface du sol nous donne accès à la quantité d'eau qui rejoint les nappes et donc aussi la part de l'eau qui ruisselle.

On applique l'**IDPR** sur tout le territoire sauf dans certains cas particuliers d'occupation du sol :

- Sur les zones urbanisées on considère qu'un certain pourcentage de cette zone est imperméable, sur cette partie, l'eau ne fait que ruisseler c'est seulement sur la partie perméable que l'eau de la pluie efficace va s'infiltrer ou ruisseler.
- Sur les zones agricoles irriguées on calcule le besoin en eau des cultures (ETR). Si ce besoin est inférieur à la pluie tombée on calcule l'infiltration de la pluie efficace (qui correspond aux



précipitations auxquelles on a soustrait les besoins des cultures). Si ce besoin est supérieur à la pluie tombée, on calcule le volume d'eau apporté pour l'irrigation, et c'est ce surplus d'eau d'irrigation qui va s'infiltrer.

Les Eaux Souterraines

Parmi les nappes souterraines on distingue les nappes alluviales des nappes profondes.

Les nappes alluviales sont alimentées directement par la part des précipitations provenant du sol par infiltration. Leur réservoir étant constitué souvent d'une roche poreuse reposant sur une couche imperméable, les nappes alluviales sont sensibles aux variations saisonnières et climatiques.

Les nappes profondes, ou captives, sont quant à elles séparées des flux provenant du sol par une ou plusieurs couches imperméables. Ces réservoirs ne sont alimentés que dans des zones particulières, dites « de recharges », où une partie de la nappe reçoit les apports de la pluie. Souvent assez bien protégées des pollutions et peu sensibles aux variations climatiques, ces nappes peuvent parfois être menacées par une exploitation quantitativement trop intensive.

Le but de la modélisation des eaux souterraines est d'obtenir une quantité d'eau prélevable dans les nappes par mois sur un territoire donné. Pour cela, il convient d'avoir accès à la recharge mensuelle des nappes. La recharge des nappes dépend du type de nappe, de la superficie de la nappe et de la quantité d'eau qui s'infiltré.

► Territorialisation de l'offre

Dans un premier temps, il s'agit de savoir s'il est possible de localiser les nappes au moyen de logiciels de SIG, de manière à pouvoir localiser physiquement les volumes d'eau qui s'infiltrent et à pouvoir affecter une partie de la demande en eau du territoire à des nappes situées en-dessous de celui-ci.

Pour le cas de la France, il existe une cartographie des nappes d'eau mais les codes hydrologiques des nappes n'étant pas les mêmes que ceux de la base de données CAT_Prélèvement de l'Agence de l'Eau, nous n'utilisons pas cette cartographie. Nous avons choisi de localiser les masses d'eau en englobant les points de prélèvements de la base de données CAT_Prélèvement qui ont le même identifiant « masse d'eau » par une enveloppe convexe, et de considérer qu'il s'agit grossièrement de la forme de la nappe.

Ci-dessous, un exemple de nappes reconstituées à partir des points de prélèvements pour le département de l'AIN :

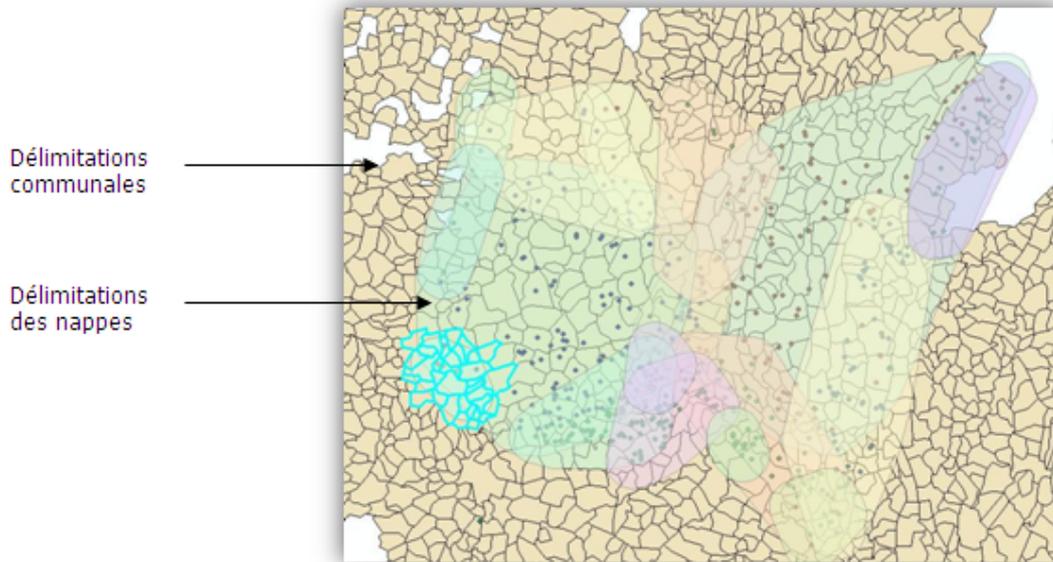


Figure 6 : Nappes dans le département de l'Ain

Les points de prélèvement sont représentés en bleu. Les enveloppes convexes sont représentées en couleur, les masses d'eau qui se recoupent sont situées à des profondeurs différentes.

Pour les territoires pour lesquels la localisation des masses d'eau souterraines n'est pas possible, les volumes infiltrés disponibles sont affectés à l'ensemble de la demande du territoire sans considération de la réalité physique de cette affectation.

► Evaluation quantitative de l'offre

• Le remplissage naturel des nappes

Les nappes sont rechargées naturellement par l'infiltration de l'eau de pluie et par des échanges avec les rivières. Dans ce modèle, nous prenons seulement en compte la recharge des nappes par les eaux d'infiltration. Les échanges d'eau entre les nappes et les eaux superficielles ainsi que les échanges inter-nappes ne sont pas pris en compte, car aucune méthodologie ne peut s'appliquer de façon générale à tous ces échanges.

La recharge naturelle mensuelle sera donc calculée à partir de l'infiltration de la pluie tombant sur le territoire, en distinguant, comme définit plus haut les zones agricoles irriguées, les zones urbanisées et les autres zones.

• Le remplissage anthropique des nappes

L'infiltration de l'eau de pluie n'est pas l'unique source de remplissage des nappes, on distingue également :

- L'infiltration des rejets qui ne passent pas par les stations d'épuration (il s'agit des rejets dans les fosses septiques)
- L'infiltration des pertes des réseaux de distribution d'eau (fuites)
- La recharge artificielle de nappes pourra également être prise en compte mensuellement

Le schéma ci-dessous synthétise la méthodologie utilisée pour calculer les volumes de recharge des nappes :

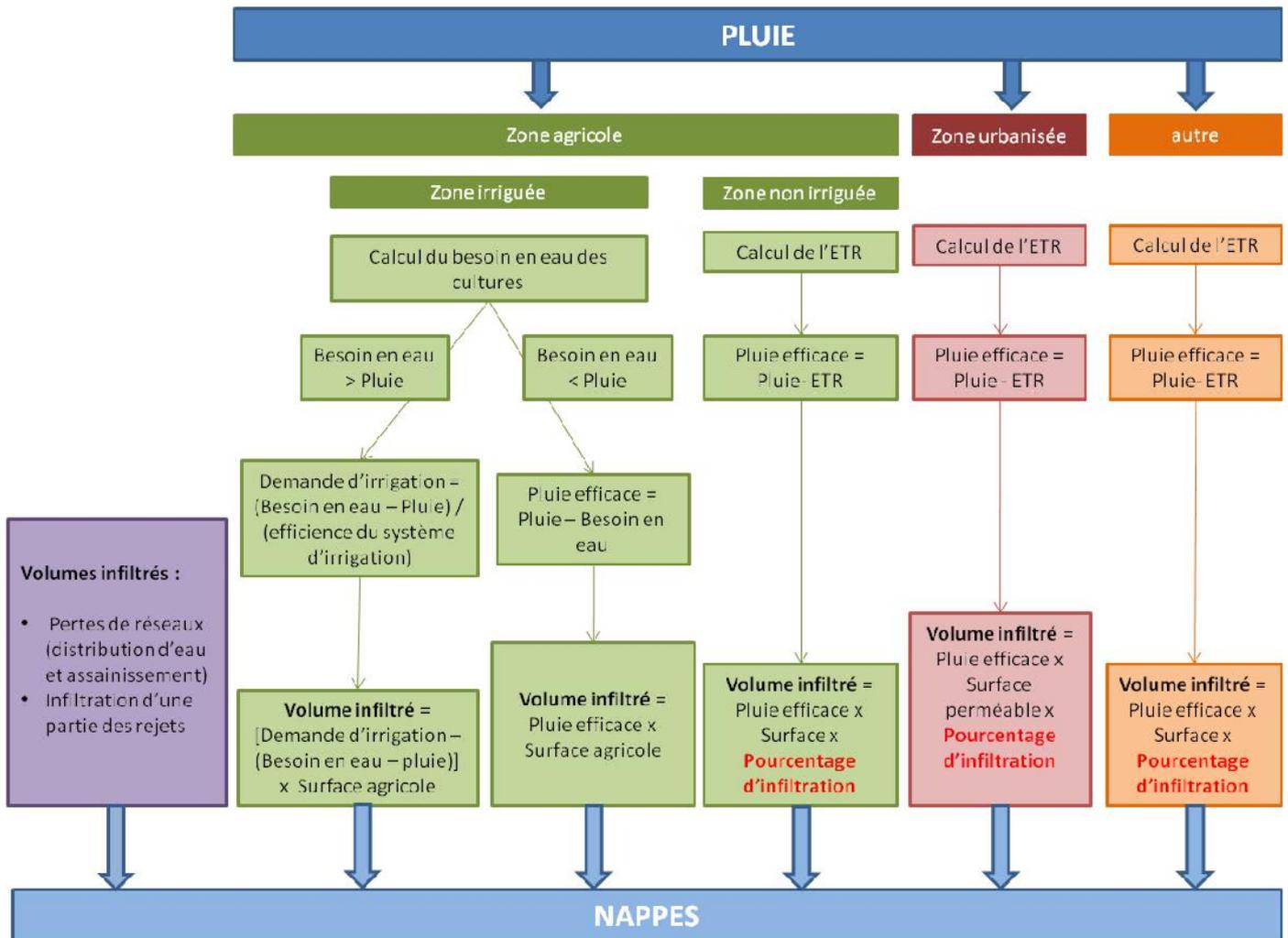


Figure 7 : Infiltration dans les nappes

Une fois que l'on a accès à la quantité d'eau qui s'infiltré sur le territoire le volume d'eau infiltré chaque mois est partagé de manière égale entre toutes les nappes. On obtient donc une quantité d'eau renouvelable qui sera considérée comme celle étant prélevable sur le territoire étudié.

► Temporalisation de l'offre

Les durées d'infiltration sont différentes selon le type de nappe considéré. Pour les nappes alluviales (qui sont les nappes d'accompagnement des fleuves ou des rivières), peu profondes, on considère une durée d'infiltration d'un mois. Pour les autres nappes, la durée d'infiltration par défaut est de douze mois sauf s'il existe des sources d'information ponctuelles plus précises sur certaines nappes.



► **Affectation avec la demande**

Une certaine part de la demande en eau calculée sur le territoire est prélevée dans les eaux souterraines. Cette demande est divisée par le nombre de masses d'eau accessibles à partir de ce territoire (par le nombre de toutes les masses d'eau si celles-ci ne sont pas localisables) afin de répartir de manière égale la demande en eau entre toutes les nappes.

Chaque mois n , un bilan de la nappe sera effectué et reporté au mois suivant, c'est-à-dire :

Bilan du mois (n) = Infiltration du mois (n) - Demande du mois (n) + Bilan du mois ($n-1$)

Nous aurons donc le solde du volume renouvelable de la nappe tous les mois, ce solde pouvant être négatif à certains moments, lorsque les prélèvements dépassent temporairement le volume renouvelable du mois considéré.

Le principal problème de cette modélisation est l'obtention de l'état initial du système : l'information sera utilisée quand celle-ci sera disponible ou estimable, nous partirons d'un solde nul dans le cas contraire.

Les Eaux Superficielles

Les ressources en eau de surface sont constituées des rivières et des lacs, ils sont alimentés en eau soit naturellement par le ruissellement de l'eau de pluie efficace sur les sols et par des échanges avec les nappes, soit par des apports anthropiques, c'est-à-dire par les rejets des barrages ou les rejets d'eau après usage.

► **Territorialisation de l'offre**

Pour le cas de la France, on utilise la base de données Carthage® qui référence tous les cours d'eau de France. Chaque entité hydrologique est décomposée en tronçons hydrographiques élémentaires. Pour chaque tronçon nous disposons d'informations sur le (ou les) tronçon(s) amont(s) et le (ou les) tronçon(s) aval(s). En croisant ces données avec les cartes administratives, il est possible d'associer à chaque commune du bassin les tronçons hydrographiques correspondants.

Pour certains tronçons, nous disposons d'informations sur les débits (source Banque Hydro). En affectant un poids à chacun des tronçons, il est alors possible grâce à ces données de calage de reconstituer le débit sur l'ensemble du réseau.

Le volume d'eau entrant dans un tronçon est égal à la somme des volumes sortants des tronçons amont. Notons que l'on pondère les volumes par la taille de la rivière, plus une rivière est large (informations présentes dans la base Carthage), plus son coefficient de pondération est élevé.

Pour les tronçons qui n'ont pas d'amont nous avons reconstitué le volume des tronçons en remontant des stations de mesure avales les plus proches afin de ne pas avoir d'aberrations comme des fleuves qui ont un débit nul car à la frontière du bassin.

Pour un territoire donné, on considère que la ressource en eau de surface accessible est uniquement celle située sur le territoire.



Le schéma ci-dessous résume l'ensemble des échanges avec les eaux superficielles que nous prenons en compte :

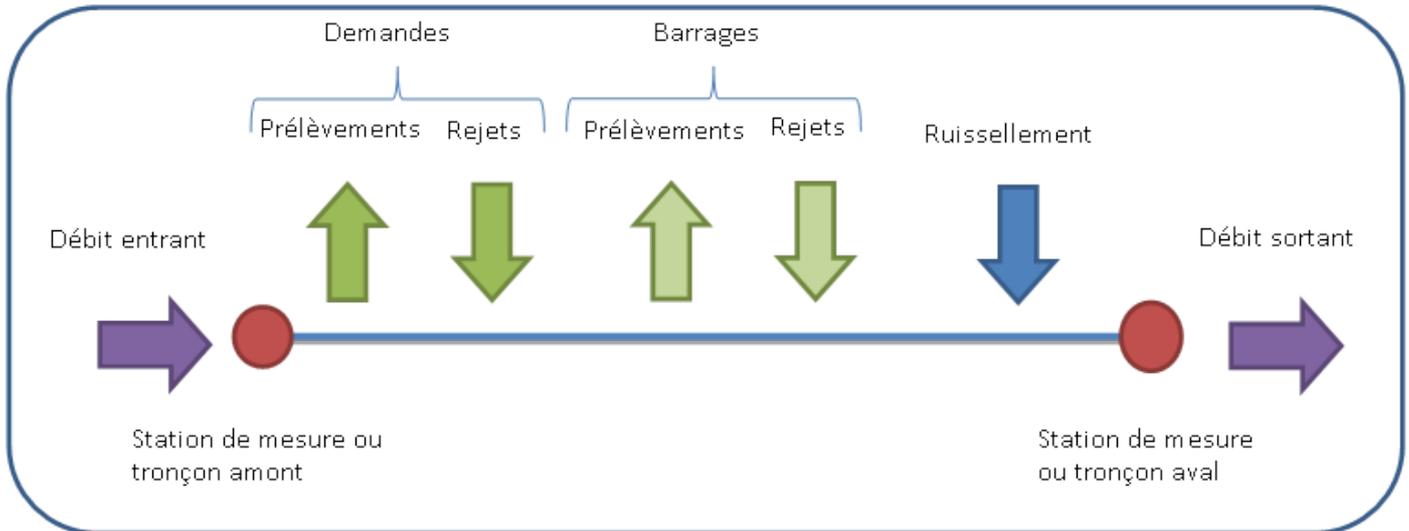


Figure 8: Les échanges avec les eaux superficielles pris en compte dans le modèle

► Evaluation quantitative de l'offre

- **Remplissage naturel des rivières**

Les rivières sont rechargées naturellement par les eaux de ruissellement et par des échanges avec les nappes phréatiques. Dans ce modèle, nous prenons seulement en compte la recharge des rivières par les eaux de ruissellement.

La recharge naturelle mensuelle sera donc calculée à partir du ruissellement d'une partie de la pluie tombant sur le territoire en distinguant, comme définit plus haut, les zones agricoles irriguées, les zones urbanisées et les autres zones.

Le volume ruisselant est ensuite réparti uniformément au prorata du nombre de tronçons situés dans la commune.

- **Remplissages anthropiques des rivières**

- Les rejets de l'eau de la demande

Il s'agit ici les rejets des industries et des centrales électriques qui se font directement dans la rivière, ainsi que les rejets de l'eau des stations d'épuration après traitement.

Comme pour le ruissellement le volume rejeté est réparti uniformément au prorata du nombre de tronçons situés dans la commune.

- Les rejets des barrages créent un décalage temporel

Le volume d'eau rejeté par les barrages dépend de la saison, du volume du barrage ainsi que du type de barrage (barrage hydroélectrique ou barrage servant au soutien d'étiage). Les barrages à vocation hydroélectrique relarguent principalement en hiver et un peu en été, tandis que les autres relarguent principalement en été en soutien d'étiage. Notons que nous intégrons l'évaporation d'une partie de l'eau des barrages qui est fonction du vent et de la température.

Le schéma ci-dessous synthétise la méthodologie utilisée pour calculer les volumes qui vont recharger les rivières :

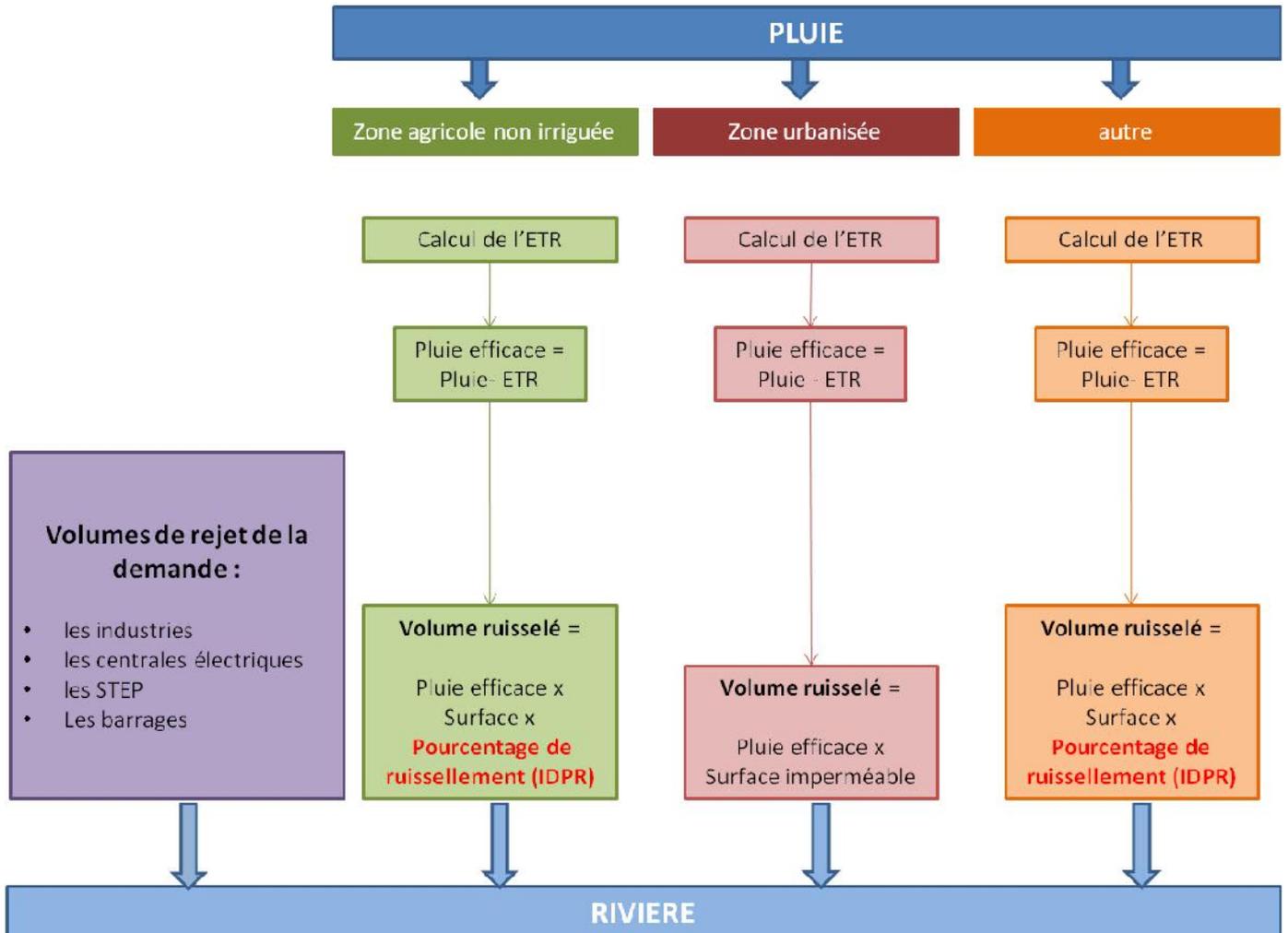


Figure 9 : Ruissellement dans les rivières

► Temporalisation de l'offre

On considère que le temps nécessaire au ruissellement est inférieur à 1 mois, c'est donc la pluie efficace du mois n qui vient recharger les tronçons au mois n.

De même pour les rejets des industries, des centrales électriques et des stations d'épuration, on considère que les rejets du mois n viennent recharger les tronçons au mois n.

Mais dans le cas des barrages les rejets dans les rivières se font selon une forme qui est spécifique au type de barrage considéré (barrage hydro-électrique ou retenue d'eau).

► Affectation avec la demande



Une certaine part de la demande en eau calculée sur le territoire est prélevée dans les eaux de surface. Cette demande totale est ensuite uniformément répartie entre différents tronçons hydrographiques présents sur le territoire.

Ressources en eau non conventionnelles

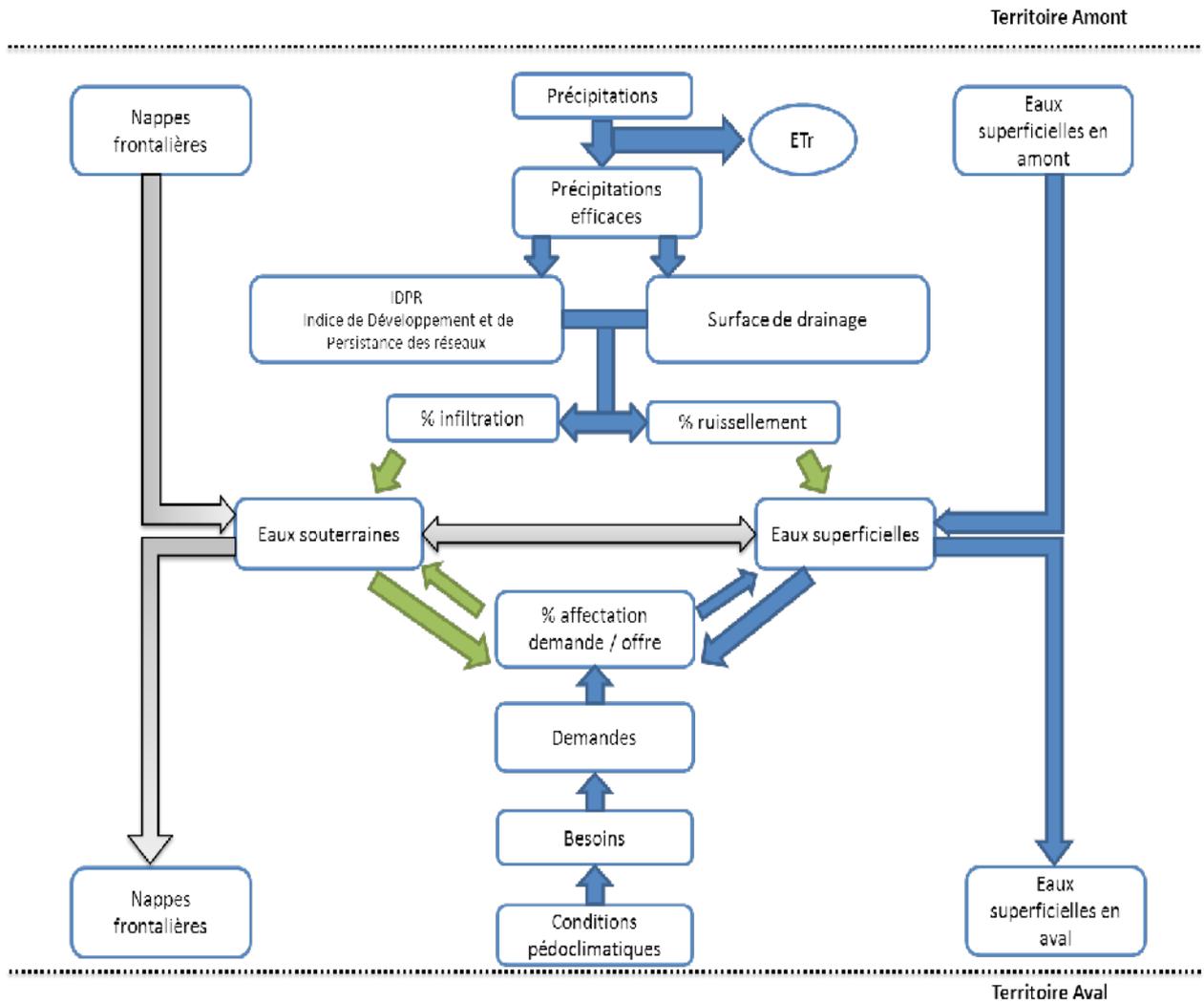
▶ Dessalement d'eau de mer

Le modèle permet d'intégrer une offre en eau douce issue du dessalement d'eau de mer. Si on dispose d'information sur la production d'une usine de dessalement sur le territoire, celle-ci est intégrée comme une ressource supplémentaire.

▶ La réutilisation des eaux usées

Le modèle permet d'avoir accès aux volumes d'eaux transitant par les stations d'épuration, il est donc possible d'affecter un certain pourcentage de cette eau à des usages ne nécessitant pas une eau potable (agriculture, arrosage de jardins), et donc d'évaluer l'impact d'une augmentation de la réutilisation des eaux usées sur les bilans offre/demande.

SCHÉMA RÉCAPITULATIF





ANNEXES

Le découpage de la demande

- **Secteur**

Agriculture
Industrie
Energie
Tertiaire
Résidentiel
Environnement

- **Branches**

Culture agricole
Elevage
Extraction de houille et de lignite
Extraction d'hydrocarbures
Extraction de minerais métalliques
Autres industries extractives
Services de soutien aux industries extractives
Industries alimentaires
Fabrication de boissons
Fabrication de produits à base de tabac
Fabrication de textiles
Industrie de l'habillement
Industrie du cuir et de la chaussure
Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège, à l'exception des meubles ; fabrication d'articles en vannerie et sparterie
Industrie du papier et du carton
Imprimerie et reproduction d'enregistrements
Cokéfaction et raffinage
Industrie chimique
Industrie pharmaceutique
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
Métallurgie
Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques
Fabrication d'équipements électriques
Fabrication de machines et équipements n.c.a.
Industrie automobile
Fabrication d'autres matériels de transport



Fabrication de meubles
Autres industries manufacturières
Réparation et installation de machines et d'équipements
Construction de bâtiments
Génie civil
Travaux de construction spécialisés
Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné
Commerces
Bureaux
Transport (Locaux uniquement)
Cafés-Hôtels-Restaurants
Habitat communautaire
Culture
Administration
Enseignement
Santé
Services spéciaux type éléphant bleu
Sport, Loisirs, ...
Zone rurale
Zone urbaine
Territoires artificialisés
Territoires agricoles
Forêts et milieux semi-naturels
Zones humides
Surfaces en eau

• **Sous-branches**

Extraction de houille
Extraction de lignite
Extraction de pétrole brut
Extraction de gaz naturel
Extraction de minerais de fer
Extraction de minerais d'uranium et de thorium
Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux
Extraction de pierres ornementales et de construction, de calcaire industriel, de gypse, de craie et d'ardoise
Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin
Extraction des minéraux chimiques et d'engrais minéraux
Extraction de tourbe
Production de sel
Autres activités extractives n.c.a.
Activités de soutien à l'extraction d'hydrocarbures
Activités de soutien aux autres industries extractives
Transformation et conservation de la viande de boucherie



Transformation et conservation de la viande de volaille
Préparation de produits à base de viande
Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques
Transformation et conservation de pommes de terre
Préparation de jus de fruits et légumes
Autre transformation et conservation de fruits et légumes
Fabrication d'huiles et graisses
Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires
Exploitation de laiteries et fabrication de fromage
Fabrication de glaces et sorbets
Travail des grains
Fabrication de produits amylacés
Fabrication de pain et de pâtisserie fraîche
Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation
Fabrication de pâtes alimentaires
Fabrication de sucre
Fabrication de cacao, chocolat et de produits de confiserie
Transformation du thé et du café
Fabrication de condiments et assaisonnements
Fabrication de plats préparés
Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques
Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.
Fabrication d'aliments pour animaux de ferme
Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie
Production de boissons alcooliques distillées
Production de vin (de raisin)
Fabrication de cidre et de vins de fruits
Production d'autres boissons fermentées non distillées
Fabrication de bière
Fabrication de malt
Industrie des eaux minérales et autres eaux embouteillées et des boissons rafraîchissantes
Fabrication de produits à base de tabac
Préparation de fibres textiles et filature
Tissage
Ennoblement textile
Fabrication d'étoffes à mailles
Fabrication d'articles textiles, sauf habillement
Fabrication de tapis et moquettes
Fabrication de ficelles, cordes et filets
Fabrication de non-tissés, sauf habillement
Fabrication d'autres textiles techniques et industriels
Fabrication d'autres textiles n.c.a.
Fabrication de vêtements en cuir
Fabrication de vêtements de travail



Fabrication de vêtements de dessus
Fabrication de vêtements de dessous
Fabrication d'autres vêtements et accessoires
Fabrication d'articles en fourrure
Fabrication d'articles chaussants à mailles
Fabrication d'autres articles à mailles
Apprêt et tannage des cuirs ; préparation et teinture des fourrures
Fabrication d'articles de voyage, de maroquinerie et de sellerie
Fabrication de chaussures
Sciage et rabotage du bois
Fabrication de placage et de panneaux de bois
Fabrication de parquets assemblés
Fabrication de charpentes et d'autres menuiseries
Fabrication d'emballages en bois
Fabrication d'objets divers en bois ; fabrication d'objets en liège, vannerie et sparterie
Fabrication de pâte à papier
Fabrication de papier et de carton
Fabrication de papier et carton ondulés et d'emballages en papier ou en carton
Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique
Fabrication d'articles de papeterie
Fabrication de papiers peints
Fabrication d'autres articles en papier ou en carton
Imprimerie de journaux
Autre imprimerie (labeur)
Activités de pré-presse
Reliure et activités connexes
Reproduction d'enregistrements
Cokéfaction
Raffinage du pétrole
Fabrication de gaz industriels
Fabrication de colorants et de pigments
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base
Fabrication de produits azotés et d'engrais
Fabrication de matières plastiques de base
Fabrication de caoutchouc synthétique
Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques
Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics
Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien
Fabrication de parfums et de produits pour la toilette
Fabrication de produits explosifs
Fabrication de colles
Fabrication d'huiles essentielles
Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.



Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques
Fabrication de produits pharmaceutiques de base
Fabrication de préparations pharmaceutiques
Fabrication et rechapage de pneumatiques
Fabrication d'autres articles en caoutchouc
Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques
Fabrication d'emballages en matières plastiques
Fabrication d'éléments en matières plastiques pour la construction
Fabrication d'autres articles en matières plastiques
Fabrication de verre plat
Façonnage et transformation du verre plat
Fabrication de verre creux
Fabrication de fibres de verre
Fabrication et façonnage d'autres articles en verre, y compris verre technique
Fabrication de produits réfractaires
Fabrication de carreaux en céramique
Fabrication de briques, tuiles et produits de construction, en terre cuite
Fabrication d'articles céramiques à usage domestique ou ornemental
Fabrication d'appareils sanitaires en céramique
Fabrication d'isolateurs et pièces isolantes en céramique
Fabrication d'autres produits céramiques à usage technique
Fabrication d'autres produits céramiques
Fabrication de ciment
Fabrication de chaux et plâtre
Fabrication d'éléments en béton pour la construction
Fabrication d'éléments en plâtre pour la construction
Fabrication de béton prêt à l'emploi
Fabrication de mortiers et bétons secs
Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment
Fabrication d'autres ouvrages en béton, en ciment ou en plâtre
Taille, façonnage et finissage de pierres
Fabrication de produits abrasifs
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.
Sidérurgie
Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier
Étirage à froid de barres
Laminage à froid de feuillards
Profilage à froid par formage ou pliage
Tréfilage à froid
Production de métaux précieux
Métallurgie de l'aluminium
Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain
Métallurgie du cuivre
Métallurgie des autres métaux non ferreux



Élaboration et transformation de matières nucléaires
Fonderie de fonte
Fonderie d'acier
Fonderie de métaux légers
Fonderie d'autres métaux non ferreux
Fabrication de structures métalliques et de parties de structures
Fabrication de portes et fenêtres en métal
Fabrication de radiateurs et de chaudières pour le chauffage central
Fabrication d'autres réservoirs, citernes et conteneurs métalliques
Fabrication de générateurs de vapeur, à l'exception des chaudières pour le chauffage central
Fabrication d'armes et de munitions
Forge, emboutissage, estampage ; métallurgie des poudres
Traitement et revêtement des métaux
Usinage
Fabrication de coutellerie
Fabrication de serrures et de ferrures
Fabrication d'outillage
Fabrication de fûts et emballages métalliques similaires
Fabrication d'emballages métalliques légers
Fabrication d'articles en fils métalliques, de chaînes et de ressorts
Fabrication de vis et de boulons
Fabrication d'autres produits métalliques n.c.a.
Fabrication de composants électroniques
Fabrication de cartes électroniques assemblées
Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques
Fabrication d'équipements de communication
Fabrication de produits électroniques grand public
Fabrication d'instruments et d'appareils de mesure, d'essai et de navigation
Horlogerie
Fabrication d'équipements d'irradiation médicale, d'équipements électromédicaux et électrothérapeutiques
Fabrication de matériels optique et photographique
Fabrication de supports magnétiques et optiques
Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques
Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique
Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques
Fabrication de câbles de fibres optiques
Fabrication d'autres fils et câbles électroniques ou électriques
Fabrication de matériel d'installation électrique
Fabrication d'appareils d'éclairage électrique
Fabrication d'appareils électroménagers
Fabrication d'appareils ménagers non électriques
Fabrication d'autres matériels électriques
Fabrication de moteurs et turbines, à l'exception des moteurs d'avions et de véhicules



Fabrication d'équipements hydrauliques et pneumatiques
Fabrication d'autres pompes et compresseurs
Fabrication d'autres articles de robinetterie
Fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission
Fabrication de fours et brûleurs
Fabrication de matériel de levage et de manutention
Fabrication de machines et d'équipements de bureau (à l'exception des ordinateurs et équipements périphériques)
Fabrication d'outillage portatif à moteur incorporé
Fabrication d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels
Fabrication de machines diverses d'usage général
Fabrication de machines agricoles et forestières
Fabrication de machines de formage des métaux
Fabrication d'autres machines-outils
Fabrication de machines pour la métallurgie
Fabrication de machines pour l'extraction ou la construction
Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire
Fabrication de machines pour les industries textiles
Fabrication de machines pour les industries du papier et du carton
Fabrication de machines pour le travail du caoutchouc ou des plastiques
Fabrication d'autres machines d'usage spécifique n.c.a.
Construction de véhicules automobiles
Fabrication de carrosseries et remorques
Fabrication d'équipements électriques et électroniques automobiles
Fabrication d'autres équipements automobiles
Construction de navires et de structures flottantes
Construction de bateaux de plaisance
Construction de locomotives et d'autre matériel ferroviaire roulant
Construction aéronautique et spatiale
Construction de véhicules militaires de combat
Fabrication de motocycles
Fabrication de bicyclettes et de véhicules pour invalides
Fabrication d'autres équipements de transport n.c.a.
Fabrication de meubles de bureau et de magasin
Fabrication de meubles de cuisine
Fabrication de matelas
Fabrication d'autres meubles
Frappe de monnaie
Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie
Fabrication d'articles de bijouterie fantaisie et articles similaires
Fabrication d'instruments de musique
Fabrication d'articles de sport
Fabrication de jeux et jouets
Fabrication d'instruments et de fournitures à usage médical et dentaire



Fabrication d'articles de broserie
Autres activités manufacturières n.c.a.
Réparation d'ouvrages en métaux
Réparation de machines et équipements mécaniques
Réparation de matériels électroniques et optiques
Réparation d'équipements électriques
Réparation et maintenance navale
Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux
Réparation et maintenance d'autres équipements de transport
Réparation d'autres équipements
Installation de machines et d'équipements industriels
Promotion immobilière
Construction de bâtiments résidentiels et non résidentiels
Construction de routes et autoroutes
Construction de voies ferrées de surface et souterraines
Construction de ponts et tunnels
Construction de réseaux pour fluides
Construction de réseaux électriques et de télécommunications
Construction d'ouvrages maritimes et fluviaux
Construction d'autres ouvrages de génie civil n.c.a.
Travaux de démolition
Travaux de préparation des sites
Forages et sondages
Installation électrique
Travaux de plomberie et installation de chauffage et de conditionnement d'air
Autres travaux d'installation
Travaux de plâtrerie
Travaux de menuiserie
Travaux de revêtement des sols et des murs
Travaux de peinture et vitrerie
Autres travaux de finition
Travaux de couverture
Autres travaux de construction spécialisés n.c.a.
Production d'électricité nucléaire
Production d'électricité au charbon
Production d'électricité au gaz
Production d'électricité au fioul
Production d'électricité hydroélectrique
Production d'électricité éolienne
Production d'électricité solaire photovoltaïque
Production d'électricité solaire thermique
Production d'électricité centrale biomasse
Production d'électricité géothermique
Transport d'électricité



Distribution d'électricité
Commerce d'électricité
Production de combustibles gazeux
Distribution de combustibles gazeux par conduites
Commerce de combustibles gazeux par conduites
Production et distribution de vapeur et d'air conditionné
Culture de céréales
Culture de choux, racines et tubercules
Culture d'oléagineux
Culture de protéagineux
Culture fourragères
Prairies non permanentes
Culture de pommes de terre
Culture de légumes frais
Culture de vergers
Culture d'agrumes
Culture de vignes
Autres cultures
Culture de riz
Elevage bovin
Elevage porcin
Elevage caprin
Elevage de volailles
Elevage d'ovin
Elevage équin
Commerce de voitures et de véhicules automobiles légers
Commerce d'autres véhicules automobiles
Entretien et réparation de véhicules automobiles
Commerce de gros d'équipements automobiles
Commerce de détail d'équipements automobiles
Commerce et réparation de motocycles
Intermédiaires du commerce en matières premières agricoles, animaux vivants, matières premières textiles et produits semi-finis
Intermédiaires du commerce en combustibles, métaux, minéraux et produits chimiques
Intermédiaires du commerce en bois et matériaux de construction
Intermédiaires du commerce en machines, équipements industriels, navires et avions
Intermédiaires du commerce en meubles, articles de ménage et quincaillerie
Intermédiaires du commerce en textiles, habillement, fourrures, chaussures et articles en cuir
Intermédiaires du commerce en denrées, boissons et tabac
Intermédiaires spécialisés dans le commerce d'autres produits spécifiques
Intermédiaires du commerce en produits divers
Commerce de gros de céréales, de tabac non manufacturé, de semences et d'aliments pour le bétail
Commerce de gros de fleurs et plantes
Commerce de gros d'animaux vivants



Commerce de gros de cuirs et peaux
Commerce de gros de fruits et légumes
Commerce de gros de viandes et de produits à base de viande
Commerce de gros de produits laitiers, œufs, huiles et matières grasses comestibles
Commerce de gros de boissons
Commerce de gros de produits à base de tabac
Commerce de gros de sucre, chocolat et confiserie
Commerce de gros de café, thé, cacao et épices
Commerce de gros d'autres produits alimentaires, y compris poissons, crustacés et mollusques
Commerce de gros non spécialisé de denrées, boissons et tabac
Commerce de gros de textiles
Commerce de gros d'habillement et de chaussures
Commerce de gros d'appareils électroménagers
Commerce de gros de vaisselle, verrerie et produits d'entretien
Commerce de gros de parfumerie et de produits de beauté
Commerce de gros de produits pharmaceutiques
Commerce de gros de meubles, de tapis et d'appareils d'éclairage
Commerce de gros d'articles d'horlogerie et de bijouterie
Commerce de gros d'autres biens domestiques
Commerce de gros d'ordinateurs, d'équipements informatiques périphériques et de logiciels
Commerce de gros de composants et d'équipements électroniques et de télécommunication
Commerce de gros de matériel agricole
Commerce de gros de machines-outils
Commerce de gros de machines pour l'extraction, la construction et le génie civil
Commerce de gros de machines pour l'industrie textile et l'habillement
Commerce de gros de mobilier de bureau
Commerce de gros d'autres machines et équipements de bureau
Commerce de gros d'autres machines et équipements
Commerce de gros de combustibles et de produits annexes
Commerce de gros de minerais et métaux
Commerce de gros de bois, de matériaux de construction et d'appareils sanitaires
Commerce de gros de quincaillerie et fournitures pour plomberie et chauffage
Commerce de gros de produits chimiques
Commerce de gros d'autres produits intermédiaires
Commerce de gros de déchets et débris
Commerce de gros non spécialisé
Commerce de détail en magasin non spécialisé à prédominance alimentaire
Autre commerce de détail en magasin non spécialisé
Commerce de détail de fruits et légumes en magasin spécialisé
Commerce de détail de viandes et de produits à base de viande en magasin spécialisé
Commerce de détail de poissons, crustacés et mollusques en magasin spécialisé
Commerce de détail de pain, pâtisserie et confiserie en magasin spécialisé
Commerce de détail de boissons en magasin spécialisé
Commerce de détail de produits à base de tabac en magasin spécialisé



Autres commerces de détail alimentaires en magasin spécialisé
Commerce de détail de carburants en magasin spécialisé
Commerce de détail d'ordinateurs, d'unités périphériques et de logiciels en magasin spécialisé
Commerce de détail de matériels de télécommunication en magasin spécialisé
Commerce de détail de matériels audio/vidéo en magasin spécialisé
Commerce de détail de textiles en magasin spécialisé
Commerce de détail de quincaillerie, peintures et verres en magasin spécialisé
Commerce de détail de tapis, moquettes et revêtements de murs et de sols en magasin spécialisé
Commerce de détail d'appareils électroménagers en magasin spécialisé
Commerce de détail de meubles, appareils d'éclairage et autres articles de ménage en magasin spécialisé
Commerce de détail de livres en magasin spécialisé
Commerce de détail de journaux et papeterie en magasin spécialisé
Commerce de détail d'enregistrements musicaux et vidéo en magasin spécialisé
Commerce de détail d'articles de sport en magasin spécialisé
Commerce de détail de jeux et jouets en magasin spécialisé
Commerce de détail d'habillement en magasin spécialisé
Commerce de détail de chaussures et d'articles en cuir en magasin spécialisé
Commerce de détail de produits pharmaceutiques en magasin spécialisé
Commerce de détail d'articles médicaux et orthopédiques en magasin spécialisé
Commerce de détail de parfumerie et de produits de beauté en magasin spécialisé
Commerce de détail de fleurs, plantes, graines, engrais, animaux de compagnie et aliments pour ces animaux en magasin spécialisé
Commerce de détail d'articles d'horlogerie et de bijouterie en magasin spécialisé
Autre commerce de détail de biens neufs en magasin spécialisé
Commerce de détail de biens d'occasion en magasin
Commerce de détail alimentaire sur éventaires et marchés
Commerce de détail de textiles, d'habillement et de chaussures sur éventaires et marchés
Autres commerces de détail sur éventaires et marchés
Vente à distance
Autres commerces de détail hors magasin, éventaires ou marchés
Transport ferroviaire interurbain de voyageurs
Transports ferroviaires de fret
Transports urbains et suburbains de voyageurs
Transports de voyageurs par taxis
Autres transports terrestres de voyageurs n.c.a.
Transports routiers de fret
Services de déménagement
Transports par conduites
Transports maritimes et côtiers de passagers
Transports maritimes et côtiers de fret
Transports fluviaux de passagers
Transports fluviaux de fret
Transports aériens de passagers
Transports aériens de fret



Transports spatiaux
Entreposage et stockage
Services auxiliaires des transports terrestres
Services auxiliaires des transports par eau
Services auxiliaires des transports aériens
Manutention
Autres services auxiliaires des transports
Activités de poste dans le cadre d'une obligation de service universel
Autres activités de poste et de courrier
Hôtels et hébergement similaire
Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée
Terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs
Autres hébergements
Restaurants et services de restauration mobile
Services des traiteurs
Autres services de restauration
Débits de boissons
Édition de livres
Édition de répertoires et de fichiers d'adresses
Édition de journaux
Édition de revues et périodiques
Autres activités d'édition
Édition de jeux électroniques
Édition d'autres logiciels
Production de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision
Post-production de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision
Distribution de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision
Projection de films cinématographiques
Enregistrement sonore et édition musicale
Édition et diffusion de programmes radio
Programmation de télévision et télédiffusion
Télécommunications filaires
Télécommunications sans fil
Télécommunications par satellite
Autres activités de télécommunication
Programmation informatique
Conseil informatique
Gestion d'installations informatiques
Autres activités informatiques
Traitement de données, hébergement et activités connexes
Portails Internet
Activités des agences de presse
Autres services d'information n.c.a.
Activités de banque centrale



Autres intermédiations monétaires
Activités des sociétés holding
Fonds de placement et entités financières similaires
Crédit-bail
Autre distribution de crédit
Autres activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite, n.c.a.
Assurance vie
Autres assurances
Réassurance
Caisses de retraite
Administration de marchés financiers
Courtage de valeurs mobilières et de marchandises
Autres activités auxiliaires de services financiers, hors assurance et caisses de retraite
Évaluation des risques et dommages
Activités des agents et courtiers d'assurances
Autres activités auxiliaires d'assurance et de caisses de retraite
Gestion de fonds
Activités des marchands de biens immobiliers
Location et exploitation de biens immobiliers propres ou loués
Agences immobilières
Administration de biens immobiliers
Activités juridiques
Activités comptables
Activités des sièges sociaux
Conseil en relations publiques et communication
Conseil pour les affaires et autres conseils de gestion
Activités d'architecture
Activités d'ingénierie
Activités de contrôle et analyses techniques
Recherche-développement en biotechnologie
Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles
Recherche-développement en sciences humaines et sociales
Activités des agences de publicité
Régie publicitaire de médias
Études de marché et sondages
Activités spécialisées de design
Activités photographiques
Traduction et interprétation
Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques n.c.a.
Activités vétérinaires
Location et location-bail de voitures et de véhicules automobiles légers
Location et location-bail de camions
Location et location-bail d'articles de loisirs et de sport
Location de vidéocassettes et disques vidéo



Location et location-bail d'autres biens personnels et domestiques
Location et location-bail de machines et équipements agricoles
Location et location-bail de machines et équipements pour la construction
Location et location-bail de machines de bureau et de matériel informatique
Location et location-bail de matériels de transport par eau
Location et location-bail de matériels de transport aérien
Location et location-bail d'autres machines, équipements et biens matériels n.c.a.
Location-bail de propriété intellectuelle et de produits similaires, à l'exception des œuvres soumises à copyright
Activités des agences de placement de main-d'œuvre
Activités des agences de travail temporaire
Autre mise à disposition de ressources humaines
Activités des agences de voyage
Activités des voyagistes
Autres services de réservation et activités connexes
Activités de sécurité privée
Activités liées aux systèmes de sécurité
Activités d'enquête
Activités combinées de soutien lié aux bâtiments
Nettoyage courant des bâtiments
Autres activités de nettoyage des bâtiments et nettoyage industriel
Autres activités de nettoyage
Services d'aménagement paysager
Services administratifs combinés de bureau
Photocopie, préparation de documents et autres activités spécialisées de soutien de bureau
Activités de centres d'appels
Organisation de salons professionnels et congrès
Activités des agences de recouvrement de factures et des sociétés d'information financière sur la clientèle
Activités de conditionnement
Autres activités de soutien aux entreprises n.c.a.
Administration publique générale
Administration publique (tutelle) de la santé, de la formation, de la culture et des services sociaux, autre que sécurité sociale
Administration publique (tutelle) des activités économiques
Affaires étrangères
Défense
Justice
Activités d'ordre public et de sécurité
Services du feu et de secours
Sécurité sociale obligatoire
Enseignement pré-primaire
Enseignement primaire
Enseignement secondaire général
Enseignement secondaire technique ou professionnel



Enseignement post-secondaire non supérieur
Enseignement supérieur
Enseignement de disciplines sportives et d'activités de loisirs
Enseignement culturel
Enseignement de la conduite
Enseignements divers
Activités de soutien à l'enseignement
Activités hospitalières
Activité des médecins généralistes
Activité des médecins spécialistes
Pratique dentaire
Autres activités pour la santé humaine
Hébergement médicalisé
Hébergement social pour personnes handicapées mentales, malades mentales et toxicomanes
Hébergement social pour personnes âgées ou handicapées physiques
Autres activités d'hébergement social
Action sociale sans hébergement pour personnes âgées et pour personnes handicapées
Action sociale sans hébergement pour jeunes enfants
Autre action sociale sans hébergement n.c.a.
Arts du spectacle vivant
Activités de soutien au spectacle vivant
Création artistique
Gestion de salles de spectacles
Gestion des bibliothèques et des archives
Gestion des musées
Gestion des sites et monuments historiques et des attractions touristiques similaires
Gestion des jardins botaniques et zoologiques et des réserves naturelles
Organisation de jeux de hasard et d'argent
Gestion d'installations sportives
Activités de clubs de sports
Activités des centres de culture physique
Autres activités liées au sport
Activités des parcs d'attractions et parcs à thèmes
Autres activités récréatives et de loisirs
Activités des organisations patronales et consulaires
Activités des organisations professionnelles
Activités des syndicats de salariés
Activités des organisations religieuses
Activités des organisations politiques
Activités des organisations associatives n.c.a.
Réparation d'ordinateurs et d'équipements périphériques
Réparation d'équipements de communication
Réparation de produits électroniques grand public
Réparation d'appareils électroménagers et d'équipements pour la maison et le jardin



Réparation de chaussures et d'articles en cuir
Réparation de meubles et d'équipements du foyer
Réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie
Réparation d'autres biens personnels et domestiques
Blanchisserie-teinturerie
Coiffure et soins de beauté
Services funéraires
Entretien corporel
Autres services personnels n.c.a.
Activités des ménages en tant qu'employeurs de personnel domestique
Activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens pour usage propre
Activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de services pour usage propre
Activités des organisations et organismes extraterritoriaux
Maison
Appartement
HLM
Espaces verts artificialisés, non agricoles
Zones agricoles hétérogènes
Forêts
Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
Zones humides intérieures
Zones humides maritimes
Eaux continentales

• **Famille d'usages**

Chaudière
Refroidissement
Consommation
Sécurité
Extraction
Solvant
Process industriel
Transport
Alimentation en
eau
Hygiène
Alimentation
Arrosage
Remplissage
Chauffage
Nettoyage



• **Usages**

Circuit
Salariés
Machine
Surface
Circuit incendie
Eau pour injection
Dilution
Matière Première
Agent de fabrication
Trempage
Organes
Fours
Transport matière première
Extraction du sucre
Rinçage
Lavage
Désencollage
Blanchiment
Mercerisage
Teinture
Désencimage
Laitier
Dessalement du brut
Maintien de l'humidité de l'air
Transport de l'eau
Hydrocurage
Hygiène à la maison
Préparation nourriture
Boisson
Thé, Café
Lave linge
Lave vaisselle
Jardin
Voiture
Piscine
Fontaine
Aquarium
Chauffage pièces
Irrigation par aspersion
Irrigation par écoulement de surface
Irrigation par micro-irrigation
Irrigation par inondation
Nettoyage machines
Nettoyage surfaces



Chauffage de bâtiments agricoles
Consommations naturelles
Nettoyage locaux
Vaisselle
Hygiène des salariés
Locaux
Restaurant
Nettoyage voiture
Pots de fleurs
Alimentation des animaux
Refroidissement produit
Hygiène des patients
Fabrication glaçons
Fabrication parfum
Arrosage par aspersion
Arrosage gravitaire
Arrosage micro irrigation
Nourriture
Agent de recherche
Rinçage
Nettoyage
Hygiène des étudiants
Hygiène - sport
Création de neige
Nettoyage de la chaussée
Remplissage cuve