



**NRC·CNRC**

Bureau de la vérification et de l'évaluation

# Évaluation du Centre de recherche en technologies numériques du CNRC

Rapport final

13 août 2018



National Research  
Council Canada

Conseil national de  
recherches Canada

Canada 

## **Remerciements**

---

Le Bureau de la vérification et de l'évaluation tient à remercier la direction et le personnel du Centre de recherche en technologies numériques pour leur soutien et leurs contributions à cette évaluation. L'équipe d'évaluation tient également à faire part de sa sincère gratitude aux membres du Comité d'examen par les pairs pour leur évaluation et leurs analyses. En dernier lieu, l'équipe d'évaluation voudrait remercier les partenaires du CNRC et les autres intervenants qui ont fourni de précieux renseignements pour cette évaluation.

## Table des matières

---

<b>Remerciements</b> .....	<b>1</b>
<b>Acronymes et abréviations</b> .....	<b>ii</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>ii</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Profil</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Résultats</b> .....	<b>2</b>
3.1 Performances .....	2
3.2 Capacités et expertise .....	9
3.3 Besoin continu .....	20
<b>4. Conclusions et recommandations</b> .....	<b>28</b>
<b>5. Réponse de la direction</b> .....	<b>30</b>
ANNEXE A : Méthodologie .....	33
ANNEXE B : Profil de TN.....	37
Ressources humaines .....	38
Installations .....	39
Ressources financières .....	39
ANNEXE C : Accomplissements.....	42

## Acronymes et abréviations

---

ABC	Amélioration du blé canadien
ACR	Agents du Conseil de recherche
AR	Agents de recherche
AT	Agent technique
BHP	Bâtiments à haute performance
BVE	Bureau de la vérification et de l'évaluation
CEP	Comité d'examen par les pairs
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
CS	Systèmes d'ordinateurs
DARPA	Defence Advanced Research Projects Agency
DG	Directeur général
ETP	Équivalent temps plein
EPA	Électronique et photonique avancées
FIPD	Facteur d'impact pondéré par discipline
NMT	Niveau de maturité technologique
OAM	Outils d'analyse multimédias
OAMS	Outils d'analyse multimédias pour la sécurité
ONG	Organisations non gouvernementales
OMS	Organisation mondiale de la santé
PARI	Programme d'aide à la recherche industrielle
PI	Propriété intellectuelle
PIB	Produit intérieur brut
RASE	Régime d'avantages sociaux des employés
R-D	Recherche-développement
SAAR	Systèmes d'aide à l'apprentissage et au rendement
SATJ	Service administratif des tribunaux judiciaires
SSIT	Services du savoir, de l'information et des technologies
TI	Technologies de l'information
TIC	Technologies de l'information et des communications
TN	Technologies numériques
TSH	Thérapeutique en santé humaine
SCT	Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada
SPC	Services partagés Canada

## Résumé

---

Une évaluation du Centre de recherche en technologies numériques (TN) du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) a été menée à bien lors de l'exercice 2017-2018. Cette évaluation a couvert la période comprise entre les exercices 2012-2013 et 2016-2017, inclus. L'évaluation a été dirigée par une équipe d'évaluation indépendante du Bureau de la vérification et de l'évaluation du CNRC conformément au plan d'évaluation du CNRC approuvé et aux politiques du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (SCT). Ni ce centre de recherche ni ses programmes n'avaient été évalués auparavant.

L'évaluation a consisté à examiner les performances, les capacités et la pertinence du centre et de ces deux programmes : Outils d'analyse multimédias pour la sécurité (OAMS) et Systèmes d'aide à l'apprentissage et au rendement (SAAR).

### **Résumé des principaux constats**

TN emploie des chercheurs de classe internationale dans un certain nombre de domaines. Ce personnel a contribué de manière significative à la recherche dans le domaine des technologies numériques, notamment en publiant des articles largement cités et en mettant au point des technologies utilisées dans plusieurs domaines (p. ex., l'application de la traduction automatique à l'enseignement des langues autochtones et à la santé). L'engagement de Technologies numériques auprès de l'industrie, d'autres ministères et d'autres centres de recherche du CNRC s'est également concrétisé par la prestation de services de consultation et le transfert de connaissances pour l'avancement du pays.

TN a obtenu quelques résultats positifs, mais des changements récents dans la structure et la gestion l'ont empêché d'élaborer une vision et une stratégie claires. Le programme est également confronté à la difficulté d'attirer et de conserver des chercheurs talentueux. Il manque également de personnel pour répondre aux besoins prévus à l'intérieur du CNRC et au-delà. En plus de devoir faire face à ces défis liés aux ressources humaines, TN n'est pas doté actuellement d'une infrastructure adéquate pour répondre aux besoins futurs et rester compétitif dans le domaine. Les principaux constats faits dans chaque domaine examiné dans le cadre de l'évaluation sont exposés ci-après.

### **Performances**

Les services de TN font l'objet d'une forte demande et sont prisés par les clients internes et externes. Les projets menés dans le cadre du programme OAMS ont permis d'améliorer la productivité et la sécurité chez les clients, tandis que plusieurs projets axés sur les capacités ont contribué à des avancées au niveau national et au niveau international. Malgré l'augmentation des capacités et des connaissances, certains clients ont souligné le besoin d'entretien après-service des produits.

### **Capacités et expertise**

Les capacités et l'excellence scientifique des chercheurs de TN sont reconnues, en particulier dans les domaines de la traduction automatique, de l'analyse des sentiments, de la visionique et de l'infographie. Cette expertise est démontrée par la présence remarquée du groupe aux plus grandes conférences et dans les revues internationales, dans des postes de professeurs auxiliaires. Les chercheurs de TN sont également lauréats de prix internationaux, et leurs publications figurent dans d'éminents journaux. Récemment, TN a néanmoins perdu un certain nombre de membres de son personnel. Le groupe est en compétition avec le secteur privé et le milieu universitaire qui peuvent s'avérer plus prometteurs que le CNRC (p. ex., au niveau des salaires, des avantages sociaux et de l'accès à des installations et à de l'équipement haut de gamme). Les difficultés liées à la rétention des talents pourraient avoir un impact sur l'expertise actuelle de TN.

## **Besoin continu**

Le domaine des technologies numériques est extrêmement pertinent pour le CNRC, au niveau national et au niveau international. L'accroissement des besoins dans ce domaine fait que TN a la possibilité d'exercer une forte incidence sur une large gamme de clients et de partenaires. À l'heure actuelle, le groupe n'est cependant pas bien positionné pour répondre aux besoins futurs au vu des ressources humaines et de l'infrastructure informatique dont il dispose. L'accès limité de TN à des capacités de calcul, à des installations de stockage ainsi qu'à des plateformes et à des logiciels va de plus limiter la capacité de TN à rester compétitif dans le domaine, à collaborer avec d'autres organisations ainsi qu'à recruter et à garder des chercheurs talentueux.

## **Recommandations**

Les constats effectués durant l'évaluation ont permis de formuler trois recommandations dans les domaines de la planification stratégique, des ressources humaines et des infrastructures.

- 1. TN devrait élaborer un plan de recherche stratégique détaillé.** Il devrait poursuivre ses efforts visant à se doter d'un directeur général nommé pour une période indéterminée. Le plan, dirigé par le nouveau DG, devrait clarifier la mission et la vision du Centre de recherche, examiner comment les chercheurs peuvent se consacrer aux projets de recherche en se libérant de leurs engagements externes et inclure une stratégie de mobilisation.
- 2. Étant donné que l'expertise dans les technologies numériques est en forte demande (c.-à-d., le bassin de talents est faible) et que la recherche dans ce domaine évolue rapidement (c.-à-d., les domaines à forte demande peuvent rapidement devenir obsolètes), TN devrait assurer la stabilité du personnel en dirigeant le développement d'un plan formel de ressources humaines axé sur l'acquisition de talents et la rétention du personnel.** Le plan doit prendre en considération la nouvelle direction stratégique du centre de recherche, attirer des étudiants diplômés et des post doctorants pour améliorer ses capacités et apporter du sang neuf à tous ses laboratoires, et mettre en place des stratégies axées sur le recrutement à long terme, en tenant compte de la diversité.
- 3. TN doit faire en sorte que ses chercheurs bénéficient d'un accès opportun et contrôlé aux infrastructures de recherche numérique dont ils ont besoin, notamment au matériel (calcul et stockage) et aux logiciels.** Les mesures prises devraient prévoir la possibilité de travailler en partenariat avec les nouveaux centres de collaboration pour avoir accès aux infrastructures de recherche numériques aux côtés de partenaires universitaires.

## 1. Introduction

---

Le présent rapport expose les résultats de l'évaluation du Centre de recherche en technologies numériques (TN) du Conseil national de recherches du Canada (CNRC). TN a été sélectionné pour faire l'objet d'une évaluation à la suite de consultations avec la haute direction du CNRC et le travail a été conduit en conformité avec le plan d'évaluation sur cinq ans approuvé du CNRC.

TN n'avait jamais été évalué auparavant. L'évaluation couvre la période comprise entre les exercices 2012-2013 et 2016-2017 et tente de répondre aux trois questions suivantes :

1. Dans quelle mesure l'expertise scientifique de TN contribue-t-elle à l'atteinte d'objectifs chez les clients internes et externes?
2. Dans quelle mesure TN a-t-il développé des capacités et une expertise dans les domaines pertinents liés aux technologies numériques?
3. Dans quelle mesure TN est-il bien positionné pour répondre aux besoins futurs en matière d'expertise scientifique dans ce domaine (CNRC et au-delà)?

L'évaluation a été effectuée par une équipe d'évaluation indépendante appartenant au Bureau de la vérification et de l'évaluation (BVE) du CNRC, avec le soutien d'un consultant pour l'analyse des données. La méthodologie s'appuyait sur plusieurs sources de données (examen de documents et de données, entrevues avec des informateurs clés, examen par les pairs). Une description détaillée de la méthodologie et de ses limitations est fournie à l'annexe A.

Le présent rapport d'évaluation comporte les sections suivantes :

- Section 2 : profil de TN et de ses programmes
- Section 3 : présentation des résultats de l'évaluation
- Section 4 : conclusions et recommandations
- Section 5 : réaction et plan d'action de la direction en réponse aux recommandations de l'évaluation

## 2. Profil

---

Durant l'évaluation, le portefeuille Technologies de l'information et des communications (TIC) a fait l'objet d'une restructuration qui a donné naissance au Centre de recherche en TN. Un bref survol de la transformation de TIC et de l'établissement de TN est offert ci-dessous. L'annexe B donne un profil plus détaillé de TN.

Créé en 2012, le portefeuille TIC a soutenu le secteur canadien dans ce domaine en atténuant les risques liés aux technologies répondant aux besoins de l'industrie des technologies de l'information et des communications, en les développant et en soutenant leur commercialisation. Pour mener à bien ce mandat, le portefeuille s'articulait autour de quatre programmes :

- Composants photoniques de pointe
- Électronique imprimable
- Systèmes d'aide à l'apprentissage et au rendement (SAAR)
- Outils d'analyse multimédias pour la sécurité (OAMS)

En octobre 2017, le portefeuille TIC a été divisé en deux centres de recherche chapeautés par la division Technologies émergentes : le Centre de recherche en électronique et photonique avancées (EPA) et le Centre de recherche en technologies numériques. Les programmes Composants photoniques de pointe et Électronique imprimable ont été assignés à EPA, et TN a hérité du programme OAMS. Le programme SAAR a été arrêté.

Dans le cadre de la recherche sur les TIC, huit équipes appuyaient les activités des programmes OAMS et SAAR. Après la restructuration, ces huit équipes ont constitué le personnel du nouveau Centre de recherche en TN. Il s'agit des équipes suivantes :

- Analyse de textes
- Traitement de textes multilingues
- Visionique et infographie
- Développement de logiciels
- Interaction personne-machine
- Analyse de données
- Science des données pour les systèmes complexes
- Exploration de données scientifiques

## 3. Résultats

### 3.1 Performances

**TN est très sollicité et semble être très apprécié par ses clients internes et externes. Les projets axés sur les capacités ont contribué à la réalisation d'avancées aux niveaux national et international. Les projets ont permis d'améliorer les connaissances des clients et de diminuer les risques associés aux premières phases de la recherche et du développement, mais certaines difficultés ont été identifiées, telles que celles liées à la prestation d'une maintenance après-service.**

Les performances de TN et de ses programmes ont été examinées en évaluant les activités, les objectifs et les résultats obtenus, dans le but de répondre à la question d'évaluation suivante : dans quelle mesure l'expertise scientifique de TN contribue-t-elle à l'atteinte des résultats chez les clients internes et externes?

#### Accomplissements – Projets sur les capacités

L'un des grands projets de TN sur les capacités concerne la traduction automatique.<sup>1</sup> D'importants clients ont collaboré avec TN en raison de la reconnaissance internationale

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Feuille de route pour les langues officielles du Canada (gouvernement du Canada; 2013-2018), TN a reçu une subvention de 10 millions de dollars sur cinq ans pour mener des travaux de R-D dans le domaine de la traduction automatique et de l'analyse de textes. Le Bureau de la vérification et de l'évaluation du CNRC a effectué une évaluation complète de ces projets en 2016 (voir



acquise par son équipe de recherche dans le domaine de la traduction automatique. Comme exposé dans l'évaluation de l'initiative du CNRC dans le cadre de la Feuille de route pour les langues officielles du Canada, le CNRC a réussi à déployer le logiciel Portage dans des organismes clés du secteur public et au sein de l'une des plus grandes entreprises de traduction privées canadiennes. Portage a été jugé comme étant l'un des meilleurs systèmes statistiques de traduction automatique du monde. Il est reconnu comme étant à la pointe de la technologie et a acquis une réputation internationale grâce à ses performances lors des concours organisés par le National Institute of Standards and Technology des États-Unis. TN a également été invité à participer à des projets prestigieux financés par l'Advanced Research Projects Agency (DARPA) du ministère de la Défense des États-Unis.<sup>2</sup>

Voici des exemples de l'incidence de Portage sur quelques clients :

- L'une des plus grandes entreprises de traduction du Canada utilise Portage depuis 2006, et d'après les résultats d'une étude interne, Portage aurait permis d'augmenter de 15 à 20 % la productivité de 75 traducteurs. Cela équivaut au recrutement de 11 traducteurs supplémentaires.
- Dans le cadre d'une petite étude indépendante, des étudiants en traduction ont pu traduire 100 mots supplémentaires par heure en utilisant Portage, avec un gain d'efficacité d'approximativement 40 %. Portage semble plus utile aux étudiants qu'aux experts. D'après l'étude, la production quotidienne minimum chez les traducteurs est de 1 200 mots. Avec Portage, les étudiants étaient capables de traduire deux fois plus.
- De plus, une étude interne menée par le Service administratif des tribunaux judiciaires (SATJ) a conclu que l'utilisation de Portage a permis au SATJ d'augmenter sa productivité de 40 %. Des estimations faites à l'interne prévoient un retour sur investissement de 2,4 millions de dollars sur cinq ans à partir des 200 000 dollars investis par SATJ dans le cadre de son contrat avec TN.

Le Comité d'examen par les pairs (CEP) a reconnu la réussite de TN dans le domaine de la traduction automatique ainsi que les accomplissements du groupe dans les domaines de l'analyse des sentiments, de la visionique et de l'infographie. Voici quelques-uns de ces accomplissements :

- Langage naturel : un projet qui a abouti à la création d'un grand nombre de licences de recherche et de licences commerciales, de vastes bases de données, et de classificateurs pouvant servir de bases à d'autres travaux de recherche. TN a terminé plusieurs fois en première place lors d'épreuves d'analyse de textes telles que le *Défi i2b2 pour les données cliniques* et *l'analyse des sentiments du SemEval* (voir le tableau 5 pour la liste des publications de TN les plus souvent citées, assortie d'exemples de travaux sur le langage naturel).
- Analyse des images : un projet a abouti à la création d'une série de technologies utilisées pour les programmes OAMS et Fabrication de pointe du CNRC. Le projet incluait la caractérisation et la simulation de capteurs, la production d'images 3D de haute précision, le traitement d'images et la télédétection de formes en 3D.
- Extraction de l'information : un projet a abouti à la création de plusieurs algorithmes et outils importants, notamment des outils spécialisés de moissonnage du Web, des outils

---

[https://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/apropos/planification\\_rapports/evaluation/2016\\_2017/initiative\\_feuille\\_route\\_langues\\_officielles.html](https://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/apropos/planification_rapports/evaluation/2016_2017/initiative_feuille_route_langues_officielles.html); consulté le 10 avril 2018)

<sup>2</sup> Technologies de l'information et des communications (CNRC). *Machine translation: benefits and advantages of statistical machine translation and NRC's Portage*. Conseil national de recherches du Canada, avril 2015.

spécialisés d'extraction d'entités ainsi que des modèles de reconnaissance de relations et de canonicalisation temporelle.

- Analyse de données lors des crises de santé publique : un projet qui a abouti à la création de plusieurs technologies et modèles, notamment pour la compensation liée aux prévisions saisonnières, la détection d'aberrations à base d'intervalles et la définition différentielle des syndromes à base d'arbre décisionnel.

### **Atteinte des résultats au niveau du centre de recherche**

Les projets de TN axés sur les capacités, combinés aux programmes OAMS et SAAR et grâce au soutien d'autres centres de recherche du CNRC, ont permis à TN d'obtenir les résultats suivants :

#### ***Amélioration des connaissances et des compétences techniques***

Certains clients internes et externes ne possèdent que des connaissances limitées dans le domaine des technologies numériques et ont donc bénéficié de leur collaboration avec le personnel de TN durant leurs projets. Les personnes interrogées ont mentionné que leur entreprise a été capable d'effectuer des travaux supplémentaires, de développer de nouveaux outils ou d'incorporer de nouvelles techniques grâce aux connaissances et aux techniques apprises ou améliorées durant la collaboration avec le personnel du centre. Certaines d'entre elles ont noté que le personnel du centre était « très patient » et capable d'expliquer simplement les bases scientifiques de leurs projets. Le client d'un projet ayant eu un impact considérable au niveau international a expliqué qu'il devait ce succès aux connaissances acquises lors de sa collaboration avec le CNRC.

Si les projets sur les OAMS ont été très appréciés des clients, un petit nombre de projets axés sur les SAAR ont moins bien réussi, en particulier pour ce qui est de l'amélioration des connaissances et des compétences techniques. Le personnel de TN a généralement été perçu comme étant extrêmement compétent par ces clients, mais certains clients ont mentionné qu'ils auraient aimé plus d'interactions et de collaboration.

Dans les autres centres de recherche du CNRC, toutes les personnes interrogées ont confirmé que les projets menés à bien avec TN s'étaient traduits par une augmentation des connaissances (p. ex., articles cosignés). Le personnel du centre a également fourni des exemples de transfert de connaissances, notamment dans le cadre d'un projet d'analyse de données au cours duquel TN a construit des algorithmes prédictifs pour la plateforme du client. Cette collaboration avec le CNRC s'est soldée par deux prix internationaux pour l'innovation (voir la liste des 10 premiers fournisseurs de solution pour les PDV au détail en 2016 publiée par Retail CIO Outlook et le prix 2016 « Pros to Know » décerné par Supply & Demand Chain Executive).

#### ***Atténuation des risques des premières phases de la recherche-développement (R-D)***

De nombreux clients externes ont signalé que TN avait contribué à l'atténuation des risques associés aux premières phases de la R-D et la plupart de ces clients estiment que leurs objectifs ont été atteints. Les clients ne possédaient pas toujours les capacités ou l'expertise nécessaire pour mener à bien eux-mêmes les travaux de R-D et le centre a collaboré avec eux pour effectuer les essais et résoudre les problèmes. Un client a par exemple expliqué que son organisation possède maintenant un produit qui fonctionne bien et que les risques ont été réduits grâce à sa collaboration avec le CNRC.

Le personnel de TN a également fourni des exemples de projets qui ont contribué à atténuer les risques. Le personnel a mentionné avoir préparé pour ses clients des démonstrations, des prototypes et des validations de principe, citant par exemple :

- Sélection de cibles pour les produits biologiques : TN a élaboré une vaste base de données contenant plus de 10 000 données sur les gènes et les protéines afin d'améliorer les recherches et d'optimiser les cibles pour les traitements et les applications spécifiques de certains produits biologiques.
- Validation de principe dans le domaine de l'apprentissage adaptatif : TN a utilisé la réalité virtuelle et la réalité augmentée pour en démontrer les fonctionnalités et les possibilités dans le cadre a) du développement de nouvelles simulations de formation et du futur calendrier de formation, b) de l'optimisation des installations de formation et c) de l'élaboration de prototypes permettant de guider l'acquisition de nouvelles technologies d'apprentissage.

### ***Passage réussi des technologies à un niveau de maturité technologique (NMT) supérieur***

Un certain nombre de clients externes ont confirmé que TN les avait aidés à faire passer certaines technologies à un NMT supérieur. De plus, un petit nombre d'entre eux ont mentionné que même si ce n'est pas l'objectif du projet, une partie de leurs travaux pourrait aboutir à une augmentation de NMT compte tenu de l'approche prometteuse élaborée avec le centre. Un client a confirmé qu'une autorisation d'utilisation sous licence avait été obtenue et que le CNRC continuera à soutenir son projet pendant quelques années pour permettre une amélioration continue. Le personnel du centre a lui aussi décrit des projets ayant contribué à l'avancement de NMT, par exemple le développement de logiciels interactifs (prévision ou personnalisation) et de nouvelles plateformes numériques.

### ***Transfert technologique***

La direction de TN a déclaré que le transfert technologique et l'octroi de licences par le centre de recherche ont été faibles. Un petit nombre de membres du personnel du centre ont également signalé que le CNRC s'était distancé de l'octroi de licences pour ses produits depuis quelques années. Dans certains cas, TN effectue le transfert technologique durant la phase de conception (p. ex., pour la création d'algorithmes) et non une fois le produit fini. Quelques clients externes ont quand même dit avoir bénéficié de transferts technologiques ou de l'acquisition d'une licence et un petit nombre ont dit que leur projet avec le centre avait donné lieu à des possibilités de licence ou à la création de nouvelles technologies. Une personne interrogée a par exemple déclaré qu'une poursuite de la collaboration avec le CNRC était envisagée après la commercialisation de leur système tandis qu'une autre envisage d'étendre la clientèle pour ses produits avec la collaboration du CNRC. En dernier lieu, un des clients internes de TN travaillant pour un autre centre de recherche du CNRC a expliqué que le centre soutenait un projet technique pour son client externe, ce qui a permis d'améliorer le produit.

Pour ce qui est de la propriété intellectuelle et des licences, le CNRC possède 10 brevets actifs pour 5 inventions dans les domaines des OAMS et des SAAR. Le CNRC a également signé plus de dix contrats de licence avec des entreprises canadiennes et étrangères, le Bureau de la traduction, des universités et un organisme gouvernemental local (tableau 1). Les détails et les valeurs de ces contrats ne sont pas disponibles, mais les systèmes statistiques de traduction automatique constituent une expertise clé pour laquelle TN délivre des licences.

**Tableau 1. Brevets et contrats de licence découlant de projets de TN (2013-2014 à 2017-2018)**

Description	OAMS	SAAR	Hors champ*	Total
Demandes de brevet uniques	3	0	1	4
<b>Demandes de brevet (total)</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
Brevets délivrés uniques	8	0	2	10
<b>Brevets délivrés (total)</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
Contrats de licence signés**	-	-	-	12

Notes : Données mises à jour en octobre 2017. Tous les brevets actifs délivrés sont liés à des domaines spécifiques du programme, mais les demandes ont été présentées avant le lancement des programmes actuels de TN.

\*Domaine d'application différent de ceux visés par les programmes actuels de TN.

\*\*Données agrégées et non classées par domaine du programme.

Source : données administratives

#### Brevets clés de TN

**2013** : Traduction automatique statistique adoptée au context

**2013** : Système d'éclairage structuré à base de deconvolution avec régularisation géométriquement vraisemblable

**2013** : Catégorisation de textes fondée sur apprentissage co-classifié de corpus multilingues

**2014** : Moyens et processus pour l'entraînement d'un système de traduction automatique statistique basée sur une probabilité a posteriori à partir d'une liste des N meilleures traductions

**2014** : Projection par les bords à haute résolution et à contraste élevé

#### Autres résultats et incidences

Certains clients représentant d'autres ministères ont confirmé que leur collaboration avec le CNRC leur avait offert le meilleur de deux mondes puisque le CNRC offre de meilleurs services que les autres partenaires gouvernementaux et qu'il est meilleur que les industries et le secteur privé parce qu'il a pour priorité de « faire les choses correctement ».

La renommée nationale et internationale dont jouit le CNRC semble bénéficier aux clients, ce qui se traduit par une incidence encore plus grande qu'anticipée dans le domaine. Comme l'a noté le CEP, les contributions de TN telles que l'application de la technologie de la traduction automatique à l'enseignement des langues autochtones et aux défis sanitaires au niveau planétaire ont eu des effets particulièrement importants. Des clients de TN ont signalé que cette reconnaissance a fait que le soutien du CNRC a été perçu comme un élément positif par les autres acteurs du secteur. Un client a fait l'éloge des chercheurs de classe mondiale du CNRC, déclarant qu'ils ont joué un rôle primordial dans la victoire de son produit lors de concours internationaux et pour l'obtention de contrats supplémentaires.

En dernier lieu, une personne a spécifiquement attribué la croissance en efficacité organisationnelle de son entreprise aux travaux effectués avec TN, les trousse d'outils développées dans le cadre du projet ayant permis au personnel de travailler plus efficacement.

#### Défis

La plupart des projets sont parvenus à atteindre les résultats escomptés, mais certains d'entre eux n'ont pas si bien réussi. Certains des obstacles identifiés ci-dessous peuvent être liés à la

conception du programme ou à des problèmes découlant de la complexité du domaine des technologies numériques (très technique). Par exemple :

- Certains clients auraient aimé voir s'installer un partenariat plus solide et plus collaboratif avec le CNRC. Un client a admis que l'intégration aurait pu être meilleure entre le CNRC et son organisation de manière à mieux ajuster les activités et la production durant le projet. Un autre client a estimé que les résultats auraient pu être plus solides si TN avait participé de plus près au démarrage du projet (c.-à-d. pour concevoir le projet, compte tenu du manque de connaissances de son équipe dans le domaine).
- Certains membres du personnel d'autres centres de recherche du CNRC ont souligné l'importance de préserver la continuité des ressources (p. ex., même personne ou même groupe de personnes) en raison de la courbe d'apprentissage qui accompagne l'acquisition de toute expertise spécifique. Chez les clients externes, bien que TN aie signalé que ses programmes ne sont pas conçus pour assurer un entretien post-service, certains ont fait état de difficultés lorsqu'ils ont essayé de mettre en œuvre des projets après la fin de leur contrat avec le centre, malgré l'acquisition de connaissances et de compétences. Un client externe a attribué l'échec d'un projet mené avec le centre au renouvellement du personnel et au fait que le CNRC n'a pas pu trouver quelqu'un capable de mener à bien une partie critique du projet. Le CEP a reconnu ces difficultés et y voit l'occasion pour TN de valoriser un peu plus les contributions en nature, afin de mieux faciliter le transfert des connaissances et des technologies vers ses clients et ses partenaires. Le CEP a suggéré que des tutoriels pourraient être offerts parallèlement aux services plus traditionnels.
- Certains clients ont cité des processus administratifs comme étant la cause du retard de certains projets; deux personnes ont en particulier cité des problèmes de facturation.

### **Atteinte des résultats – Autres programmes du CNRC**

Un grand nombre de membres du personnel d'autres programmes du CNRC interrogés ont décrit le personnel de TN comme étant un élément indispensable de leur réussite, en précisant que sans eux, leur projet n'aurait jamais atteint ses objectifs. La plupart des personnes interrogées étaient d'avis que la contribution du centre a soit rendu leur projet possible, soit amélioré celui-ci. Le CEP a également reconnu l'importance des travaux du centre auprès d'autres centres de recherche et a remarqué que celui-ci contribuait clairement à la production au sein de l'ensemble du CNRC puisqu'il soutient plus de 10 programmes différents autres qu'OAMS et SAAR. Selon le CEP, il s'agit là d'une solide contribution qui pourrait encore s'amplifier compte tenu du rôle croissant joué aujourd'hui par les technologies numériques dans tous les domaines de la recherche.

Le tableau 2 offre des exemples de contribution de TN à d'autres programmes du CNRC tels que fournis par des membres du personnel d'autres centres de recherche lors des entrevues.

**Tableau 2. Le soutien de TN à d'autres programmes du CNRC s'est traduit par une augmentation des connaissances et de meilleurs résultats**

Centre de recherche du CNRC	Programme du CRNC	Objectif de la participation de TN	Résultat(s)
Thérapeutique en santé humaine (TSH)	Produits biologiques et biofabrication	Le programme Produits biologiques était axé sur les protéines liées au cancer; la biologie était comprise, mais ils avaient besoin de connaissances et d'une expertise supplémentaires pour procéder aux analyses. TN a offert une expertise en bio-informatique et en traitement de données en complément de l'expertise biologique du programme Produits biologiques.	TN a aidé à l'atteinte des résultats en construisant une base de données (contenant des échantillons de tissus normaux et de tissus cancéreux), en effectuant des analyses complexes et en explorant des données scientifiques (par exemple, TN a compilé des données publiques et les a normalisées à des fins de comparaison). Ces contributions ont abouti à des publications conjointes.
Développement des cultures et des ressources aquatiques	Amélioration du blé canadien (ABC)	Le programme ABC nécessite une expertise en exploration de données scientifiques pour l'analyse des données sur les métabolites et des données en fonction des données génétiques (ADN).	TN a soutenu plusieurs projets dans le cadre du programme phare d'amélioration du blé (bases de données sur la génomique végétale, bases de données de séquençage). Les résultats du programme de recherche comprennent de nouvelles connaissances, des travaux exploratoires, des publications et des possibilités d'enregistrement de propriété intellectuelle.
Énergie, mines et environnement	Stockage d'énergie	Le programme Stockage d'énergie nécessitait une expertise en analyse de données pour soutenir la Feuille de route canadienne sur le stockage d'énergie, un projet financé par Ressources naturelles Canada.	TN a dirigé l'un des piliers de ce projet, la méthodologie complexe nécessitant une expertise en analyse de données. La Feuille de route, qui servira de feuille de route pour le stockage d'énergie au Canada, n'aurait pas pu être réalisée sans le soutien de TN. La Feuille de route sera finalisée sous peu pour l'Alberta.
Construction	Bâtiments à haute performance (BHP)	Le programme BHP nécessite une expertise en analyse de données pour deux projets financés extérieurement (un projet sur 1 an, et un projet sur 4 ans).	L'expertise supérieure de TN en analyse de données a permis au programme BHP d'atteindre de meilleurs résultats avec plus d'efficacité (délais plus courts). De plus, les contributions du centre se sont soldées par des publications liées aux deux projets et ont conduit à un produit amélioré pour le client externe de BHP.

Source : Entretiens avec des informateurs clés des centres de recherche du CNRC

### 3.2 Capacités et expertise

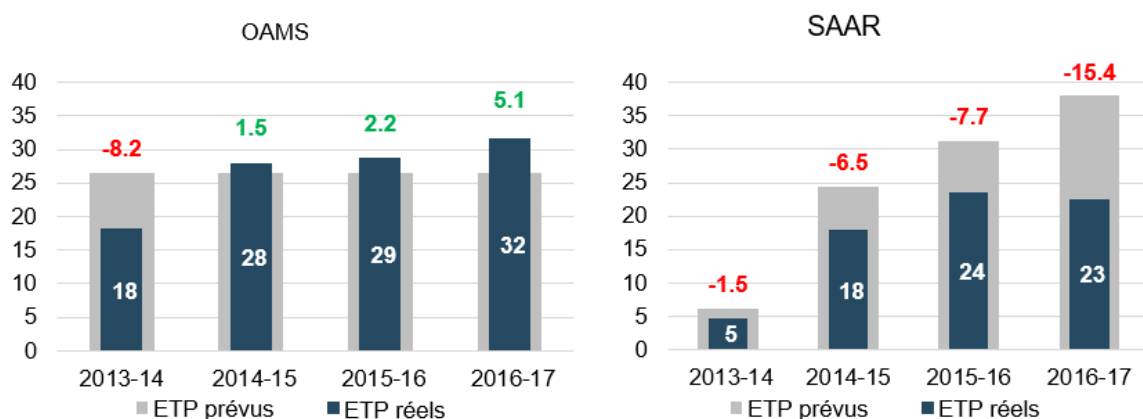
**Les capacités et l'excellence scientifique des chercheurs de TN sont reconnues, en particulier dans les domaines de la traduction automatique, de l'analyse des sentiments, de la visionique et de l'infographie. Cette expertise est démontrée par la présence remarquée du groupe aux plus grandes conférences et dans les revues internationales, des postes de professeurs auxiliaires, des prix internationaux et des publications de haut niveau. Les difficultés liées à la rétention des talents pourraient néanmoins avoir un impact sur les expertises actuellement disponibles à TN.**

Les capacités et l'expertise de TN ont été évaluées en examinant les ressources humaines en place, l'intérêt manifesté à l'égard de l'expertise du centre à l'intérieur du CNRC et les preuves d'excellence scientifique et d'impact positif. L'évaluation était axée sur la question suivante : dans quelle mesure TN a-t-il développé des capacités et une expertise dans les domaines pertinents liés aux technologies numériques?

#### Capacités

Le CNRC utilise un modèle matriciel pour gérer et affecter ses ressources humaines. Les gestionnaires de programme ont identifié des besoins en ressources dans les plans d'activités d'OAMS et de SAAR, ces ressources ont fluctué avec le temps (figure 1). Des informateurs clés internes ont signalé que le recours du NRC aux revenus en 2015 et 2016 a eu un impact sur l'affectation du personnel. Les projets liés à SAAR ayant généré moins de revenus que les projets du programme OAMS, il a été décidé d'ajouter des ressources supplémentaires pour soutenir ces derniers.

**Figure 1. Les plans de ressources humaines ont été réalisés pour OAMS, mais pas pour SAAR (exercices 2013-2014 à 2016-2017)**

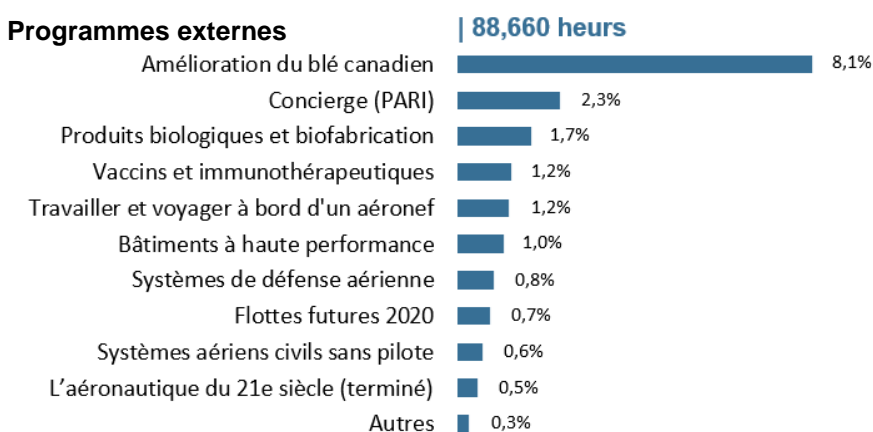


Source : Chiffres prévus : Plans d'activités du programme OAMS, juillet 2013 et plan d'activité du programme SAAR, octobre 2013. Chiffres réels : ETP réels : ETP basés sur des estimations de 1 450 heures.

Entre les exercices 2014-2015 et 2016-2017, TN a offert son soutien à pratiquement tous les centres de recherche du CNRC. Sur cette période, TIC a été classé second au classement général des centres de recherche du CNRC en fonction de la part de travail consacrée à d'autres centres de recherche, et ce principalement grâce aux travaux de TN.<sup>3</sup>

La figure 2 montre que TN a soutenu plus de 10 programmes différents du CNRC en plus d'OAMS et de SAAR. La plus grande partie de ce soutien externe a été alloué au programme phare Amélioration du blé canadien (ABC) et au service Concierge mis en œuvre dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC.

**Figure 2. La majorité du soutien externe offert par TN a bénéficié au programme Amélioration du blé canadien (2013-2014 à 2016-2017)**

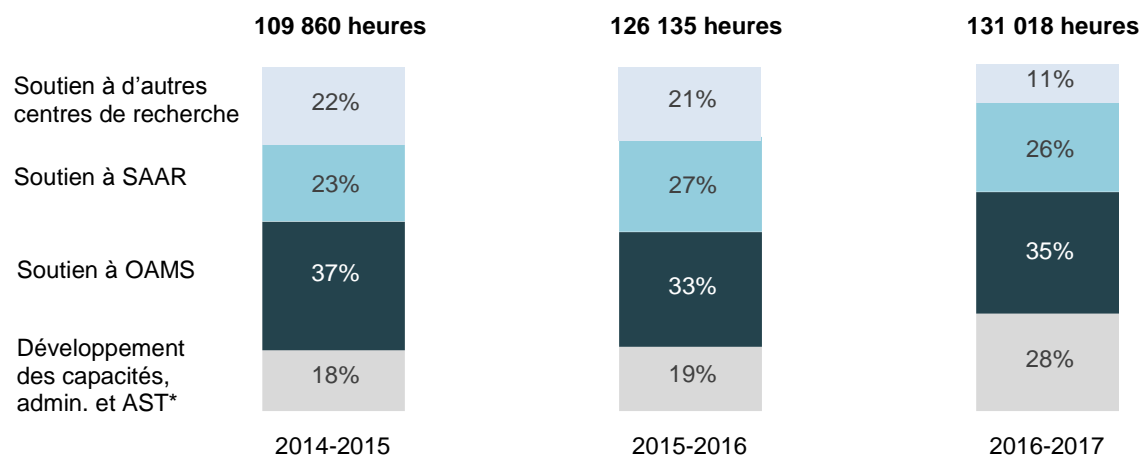


Source : Données administratives

Le soutien de TN aux autres centres de recherche est passé de 22 % lors de l'exercice 2013-2014 à 11 % lors de l'exercice 2016-2017 (figure 3). Cette réduction tient principalement aux travaux exécutés dans la cadre du service Concierge (PARI) et à la diminution du soutien au programme phare ABC. Les données mettent également en évidence une augmentation des heures passées à des activités de renforcement des capacités.

<sup>3</sup> Total pour la main-d'œuvre : 7,1 millions de dollars. Source : Données du SAP pour le CNRC.



**Figure 3. Le soutien de TN aux autres centres de recherche du CNRC a diminué lors de l'exercice 2016-2017**

\*Autre soutien technique

Source : Données administratives

Le tableau 3 montre comment les équipes de TN soutiennent différemment les programmes OAMS et SAAR. Ce soutien est resté relativement stable durant les exercices 2014-15 à 2016-2017. Les équipes centrales qui soutiennent OAMS (Analyse de textes, Traitement de textes multilingues et Visionique et infographie) et SAAR (Interaction personne-machine, Développement de logiciels et Analyse de données) sont fortement axées sur le soutien aux projets de TN.

**Tableau 3. Les programmes OAMS et SAAR ont été principalement soutenus par trois équipes chacun (exercices de 2014-2015 à 2016-2017)**

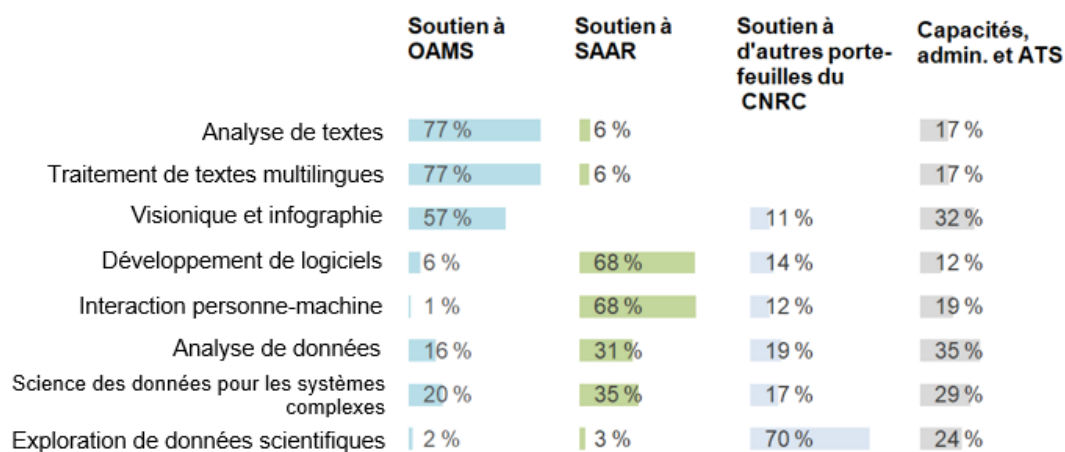
Équipes de TN	OAMS (% d'heures)	SAAR (% d'heures)
Analyse de textes	36 %	4 %
Traitement de textes multilingues	31 %	3 %
Visionique et infographie	23 %	0 %
Développement de logiciels	3 %	40 %
Interaction personne-machine	0 %	34 %
Analyse de données*	4 %	12 %
Science des données pour les systèmes complexes	2 %	6 %
Exploration de données scientifiques	1 %	2 %
Total	100 %	100 %

\*Analyse de données est un nouveau groupe créé durant l'exercice 2016-2017.

Source : Données administratives

La figure 4 montre que l'équipe d'Exploration de données scientifiques est la seule équipe de TN qui soutient principalement d'autres centres de recherche du CNRC.

**Figure 4. Les équipes centrales d'OAMS et de SAAR sont très axées sur le soutien des projets de TN (exercices 2014-2015 à 2016-2017)**



Source : Données administratives

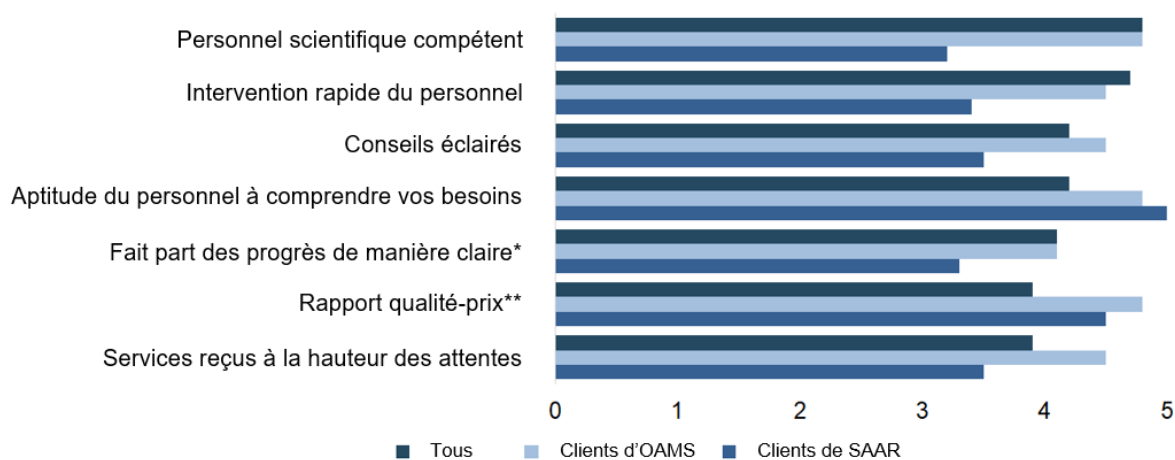
## Capacités

Le personnel de TN possède des capacités bien alignées sur le domaine actuel des technologies numériques. Le CEP a noté, au vu des curriculum vitae, que le personnel du centre rassemble une gamme d'expertises de niveau différent et quelques chercheurs de classe internationale, dont un grand nombre ont tenu des rôles de leaders pour des conférences et des revues internationales de haut niveau, sont professeurs auxiliaires dans des universités ou supervisent conjointement des étudiants.

Entre 2013 et 2016, presque la moitié (43 %) du personnel de TN, y compris les agents du Conseil de recherche (ACR), les agents de recherche (AR), les agents techniques (AT) et les agents de gestion des Systèmes d'ordinateurs (CS), était constituée de chercheurs dotés d'un doctorat. Cette proportion dépasse la moyenne (39 %) sur l'ensemble des centres de recherche du CNRC pour la même période. De plus, une grande proportion du personnel du centre est formée à l'informatique (58 %) et à l'ingénierie (15 %). Parmi les autres, 19 % ont été formés dans une autre discipline scientifique et 9 % ont obtenu un diplôme en sciences sociales. En dernier lieu, plus de la moitié (63 %) des membres du personnel du centre sont des chercheurs (c.-à-d., AR ou ACR), tandis que 35 % sont des développeurs d'applications (c.-à-d., des CS). Les agents techniques représentent 2 % du personnel de recherche.

On a demandé aux clients externes ce qu'ils pensaient des capacités des membres du personnel de TN avec lesquels ils ont travaillé sur des projets. Les clients des programmes OAMS et SAAR ont noté leur collaboration avec le personnel du centre en fonction d'une série de critères. Comme le montre la figure 5, la plupart des critères ont été bien notés, avec en tête « Personnel compétent ».<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Les notes ont été réparties par programme compte tenu des différences entre les notes obtenues par OAMS et SAAR. SAAR a obtenu des notes plutôt plus faibles, en partie à cause de ses clients qui ont estimé que les projets n'avaient pas été aussi collaboratifs qu'ils l'avaient espéré. Un des projets SAAR a été arrêté après deux mois à cause d'un manque perçu de leadership et d'une mauvaise mise en œuvre du projet.

**Figure 5. Les clients externes se sont dits très satisfaits du personnel de TN**

*Note* : Échelle de satisfaction : Pas satisfait du tout (0) à Très satisfait (5). \*Sur les rapports et les résultats. \*\*Prix reflété en fonction de la valeur reçue. Source : Données fournies par des informateurs clés chez les clients externes.

Des informateurs clés externes ont également exprimé que TN : (a) possède un personnel composé de spécialistes offrant une vaste gamme d'expertises, et donc une grande flexibilité; (b) utilise de nouvelles approches; (c) était l'un des meilleurs groupes travaillant sur la traduction automatique; (d) possède un groupe Visionique et infographie reconnu comme étant l'un des meilleurs du monde.

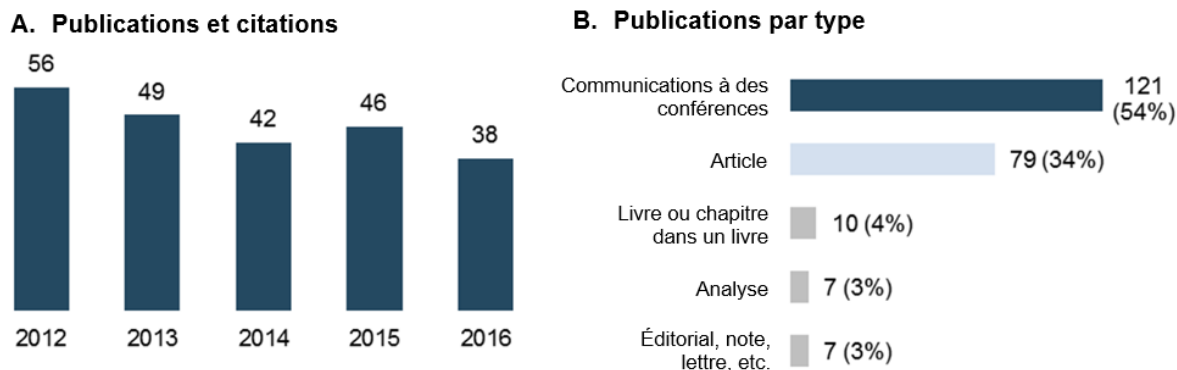
Des membres du personnel d'autres centres de recherche ont identifié des lacunes de compétences dans leur centre, que TN s'est révélé capable de combler.

## Expertise

### *Excellence et incidence scientifiques*

Entre 2012 et 2016, la quantité d'articles publiés par des chercheurs de TN et indexés dans Scopus (224 publications dans des revues à comité de lecture avec au moins un membre du personnel du centre parmi les auteurs) est restée relativement stable, avec une moyenne annuelle de 45 publications, puis a légèrement augmenté de 10 % en moyenne par an (figure 6). Cette tendance se retrouve pour toutes les publications du CNRC sur la même période. Plus de la moitié des publications de TN étaient des communications à des conférences (54 %). Cette prépondérance de communications à des conférences est typique en informatique et est restée relativement stable dans le cas des publications du centre sur la période considérée. Au vu des publications déclarées pour 2016, OAMS et SAAR représentaient au total 70 % des communications de TIC à des conférences (respectivement 28 % et 11 %).

**Figure 6. La production scientifique de TN a été relativement stable et s'est traduite principalement par des communications à des conférences (2012-2016)**



Source : CNRC, publications de Technologies numériques entre 2012 et 2016 : Étude bibliométrique, 15 décembre 2017.

À l'échelle nationale, les chercheurs de TN se sont avérés très collaboratifs (51 %). Ce taux de collaboration, supérieur à celui du reste du CNRC (32 %) et du Canada (11,5 %), suggère que le centre joue un rôle important en catalysant et en améliorant la compétitivité de la R-D canadienne dans ce domaine (tableau 4). Les collaborateurs de TN de haut niveau sont issus des universités situées à proximité des sites du centre.

**Tableau 4. Les collaborations nationales mises en œuvre par TN dynamisent l'écosystème canadien de la R-D (2012-2016)**

Principaux pays collaborateurs		Principales organisations collaboratrices	
Canada (autres que le CNRC)	51 %	Université d'Ottawa	17 %
États-Unis	8 %	Université de Moncton	8 %
Chine	7 %	Université Carleton	6 %
Allemagne	5 %	Université de Sherbrooke	3 %
Japon	4 %	Institut atlantique de recherche sur le cancer	2 %
Italie	3 %	Université de l'Alberta	2 %
France	2 %	Université de la Colombie-Britannique	2 %
Royaume-Uni	2 %	Université de Toronto	2 %
Belgique	2 %	Université Saarland, Allemagne	4 %
Arabie saoudite	2 %	Université Nanjing, Chine	4 %
Nbre d'articles publiés conjointement	192	Nbre d'articles publiés conjointement	115

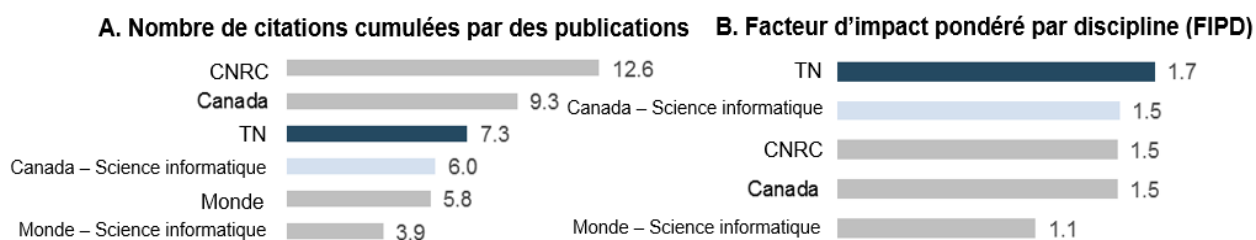
Source : CNRC, publications de Technologies numériques entre 2012 et 2016 : Étude bibliométrique, 15 décembre 2017.

En termes d'excellence scientifique, telle que mesurée par le nombre de citations par publication, l'impact des publications de TN est comparable à celui des publications canadiennes en informatique. Les publications des chercheurs du centre sont citées en moyenne 7,3 fois, donc plutôt moins que la moyenne du CNRC (12,6 fois) et que la moyenne canadienne (9,3 fois), mais légèrement plus que la moyenne globale pour les publications canadiennes et étrangères en informatique (CS-Canada et CS-Monde) (figure 7a). Le CEP a estimé que le personnel du centre publiait bien, compte tenu de leurs contraintes, comparé à celles d'un environnement d'enseignement.

L'incidence de TN est importante dans son domaine si l'on en croit le facteur d'impact pondéré par discipline (FIPD).<sup>5</sup> Les publications des chercheurs du centre ont recueilli un score FIPD global de 1,70 pour la période allant de 2012 à 2016. Le score des chercheurs du centre s'avère supérieur à celui de toutes les autres entités prises en comparaison (figure 7).

<sup>5</sup> Le facteur d'impact pondéré par discipline (FIPD) est un indicateur de citations normalisé qui tient compte des différences de comportement des chercheurs entre les différentes disciplines. Un score total de FIPD de 1,70 signifie que les publications des chercheurs du centre ont été citées 70 % plus souvent que la moyenne mondiale (1,0) pour les publications relatives au même domaine, de même type et sur la même période.

**Figure 7. Les publications des chercheurs de TN ont été citées 20 % plus souvent que la moyenne canadienne (2012-2016)**



Source : CNRC, publications de Technologies numériques entre 2012 et 2016 : Étude bibliométrique, 15 décembre 2017.

Lorsque l'on examine les domaines d'étude spécifiques (en utilisant les catégories de la classification *All Science Journal Classification [ASJC]*) dans lesquels TN a publié plus de 20 articles, l'impact scientifique de ces articles dépasse celui des articles au niveau national (et international) dans les domaines de la linguistique et de l'étude des langues (c.-à-d., l'analyse de textes)<sup>6</sup>, des applications informatiques et de l'intelligence artificielle. Dix publications du centre présentant un nombre de citations moyen de 77,4 ont été soulignées comme étant les plus influentes du groupe (tableau 5). Les chercheurs travaillant actuellement au centre sont les auteurs de la plupart (8/10) des publications, ce qui indique que TN bénéficie d'une base solide et stable d'expertise.

**Tableau 5. Les 10 publications les plus citées de TN (2015-2016)**

Titre	Source (revue ou conférence)	Année	Nbre de citations	CiteScore (2016)	FIPD	Scopus et SciVal
<i>Crowdsourcing a word-emotion association lexicon</i>	Computational Intelligence	2013	173	2,38	36,18	56
<i>BigBrain: An ultrahigh-resolution 3D human brain model</i>	Science	2013	128	14,39	5,98	90
<i>Sentiment analysis of short informal texts</i>	Journal of Artificial Intelligence Research	2014	127	4,02	15,85	110
<i>Batch tuning strategies for statistical machine translation</i>	Conference of the North American Chapter of the Association for	2012	81	N,D,	21,13	9

<sup>6</sup> À noter : les catégories similaires « Langues et linguistique » (arts et sciences humaines) et « Linguistique et langues » (sciences sociales) : elles s'appliquent typiquement aux articles sur l'exploration des textes et l'analyse des sentiments, mais avec des perspectives légèrement différentes en fonction de la nature du journal..

Titre	Source (revue conférence) ou	Année	Nbre de citations	CiteScore (2016)	FIPD	Scopus et SciVal
	Computational Linguistics: Human Language Technologies					
<i>A data-model-fusion prognostic framework for dynamic system state forecasting</i>	Engineering Applications of Artificial Intelligence	2012	71	3,74	5,54	69
<i>Feature selection for high-dimensional class-imbalanced data sets using Support Vector Machines</i>	Information Sciences	2014	53	5,37	7,37	1898
<i>Domain and function: A dual-space model of semantic relations and compositions</i>	Journal of Artificial Intelligence Research	2012	46	4,02	4,49	13
<i>Biomechanically constrained groupwise ultrasound to CT registration of the lumbar spine</i>	Medical Image Analysis	2012	36	3,58	3,58	32
<i>Sentiment, emotion, purpose, and style in electoral tweets</i>	Information Processing and Management	2015	31	2,38	7,51	52
<i>Using hashtags to capture fine emotion categories from tweets</i>	Computational Intelligence	2015	28	2,38	6,85	48

Source : CNRC, publications de Technologies numériques entre 2012 et 2016 : Étude bibliométrique, 15 décembre 2017.

## Réputation et reconnaissance

Le CNRC a été perçu comme employant des experts de premier plan dans le domaine des technologies numériques, un facteur important pour les clients (externes et internes au CNRC). De nombreux clients externes et certains membres du personnel d'autres centres de recherche du CNRC ont qualifié le personnel de TN de « brillant », « renommé » et « respecté ». Une des personnes interrogées, dont le projet n'a pas été mené à bien comme prévu, a noté qu'il n'y a eu aucun problème avec les scientifiques du CNRC et que les difficultés provenaient de l'exécution du projet, et non d'un manque d'expertise ou de capacités.

Les experts externes et le CEP ont également reconnu les accomplissements et l'expertise de TN. Le CEP a noté que le personnel du centre a été productif aussi bien dans le cadre des projets qu'au niveau de ses communications. Les experts ont identifié la visionique et l'infographie (p. ex., l'imagerie en 3D), l'analyse de textes, l'analyse de données, les données pour les systèmes complexes, l'analyse des sentiments et la traduction automatique comme des domaines de pointe.

### Gagnant du concours (2014)

Les scientifiques du Centre de recherche en TN Pengcheng Xi et Chang Shu ont été mis au défi de trouver six parties précises du corps humain sur des centaines d'images 3D lors du septième atelier d'Eurographics sur la recherche d'objets en 3D (SHREC). Leur algorithme de modélisation graphique a été le plus précis pour la localisation de trois parties du corps sur les images d'essai et d'une précision semblable à celui des autres concurrents pour la localisation des trois autres parties.

### Gagnant du concours (2015)

Diagramme circulaire d'incertitudes de la structure secondaire – Visualisation de la structure secondaire de l'ARN avec les liaisons entre paires de bases. 5<sup>e</sup> symposium sur la visualisation des données biologiques, Dublin, Irlande.

**Victoires au concours i2b2 : Informatics for Integrating Biology and the Bedside.** Les scientifiques de TN ont démontré comment l'extraction de l'information peut aller au-delà de la cooccurrence superficielle de concepts, avec des commentaires sur la causalité et l'intention.

#### 2010

1<sup>er</sup> – identification des problèmes médicaux, des tests et des traitements à partir du dossier des patients  
1<sup>er</sup> – attribution d'un qualificatif aux problèmes (présent, absent, possible, etc.)

2<sup>e</sup> – définition spécifique des relations univoques entre les problèmes, les tests et les traitements

#### 2011

4<sup>e</sup> – textes écrits par les patients (notes de suicide) utilisés pour annoter des phrases avec des étiquettes émotionnelles

#### 2012

1<sup>er</sup> – utilisation du dossier des patients (des annotations relatives et simplifiées ont été ajoutées à « Événements » dans l'historique : l'événement A est survenu [avant/pendant/après] l'événement B)



## Défis

### **Préoccupations concernant les capacités**

Compte tenu de la demande attendue en expertises dans le domaine des technologies numériques (aussi bien à l'interne qu'à l'externe) et du taux de croissance prévu, le CEP estime que l'acquisition et la rétention des employés ayant un potentiel élevé représentent un défi important pour TN. Dans l'ensemble, les chercheurs du centre ne couvrent qu'une petite partie des domaines liés aux technologies numériques et il y a lieu de se demander si l'effectif du personnel est suffisant pour maîtriser cette vaste gamme de sujets qui demandent des expertises variées. Le CEP a de plus noté qu'il pourrait y avoir des lacunes d'expertise au sein de TN (p. ex., pour les systèmes, la science des données, le génie logiciel, les statistiques et l'Internet des objets), tandis que d'autres domaines pourraient nécessiter une expertise plus poussée (intelligence artificielle et apprentissage machine).

Un expert externe s'est aussi demandé comment les chercheurs de TN étaient capables de se tenir à jour dans ce domaine qui évolue si rapidement, compte tenu de leur effectif relativement faible. Selon cet expert, TN éprouve des difficultés, car il tente de s'investir dans un trop grand nombre de domaines au lieu de se concentrer sur un domaine niche, une stratégie qui pourrait s'avérer plus productive. Le même expert a fait remarquer que les établissements d'enseignement supérieur sont plus aptes à s'adapter à la rapidité d'évolution des technologies numériques grâce à la présence plus forte de postdoctorants au sein de leurs équipes et d'effectifs de chercheurs plus importants. Le CEP a reconnu qu'il était difficile pour le CNRC de recruter des chercheurs de classe internationale possédant une expertise en technologies numériques, et il est d'avis qu'une stratégie et une vision générale pour TN pourraient faciliter ce recrutement et la rétention des talents. Le CEP a recommandé de promouvoir les aspects positifs d'une carrière au sein du CNRC, notamment un bon équilibre entre vie familiale et vie professionnelle, la stabilité de l'emploi et les possibilités de collaboration avec les autres centres de recherche. Le CEP a également suggéré de se concentrer sur la diversité des domaines de recherche et de recruter davantage d'attachés de recherche au niveau postdoctoral pour renouveler les idées et les sujets de recherche.

En dernier lieu, le CEP a noté que la dépendance de TN à l'égard de Services partagés Canada (SPC) était un problème de taille. Le soutien offert par SPC en matière technologique limite les capacités de recherche du centre en raison des délais d'acquisition de l'accès aux équipements ou aux privilèges nécessaires (p. ex., permissions de télécharger des logiciels de développement nécessaires). En outre, l'équipement prend de l'âge. Le domaine évolue si rapidement et devient, en particulier en science des données, si dépendant d'installations de hautes performances capables de traiter de gros volumes de données que l'accès à de telles ressources est devenu essentiel. Le CEP a recommandé d'explorer des stratégies et des mécanismes visant à améliorer l'infrastructure informatique actuelle grâce à des partenariats externes.

### **Préoccupations concernant les capacités**

Le CEP a noté que l'équipe d'analyse de données nouvellement mise sur pied était dotée du plus faible effectif et ne possédait aucun membre détenteur d'un doctorat. Le travail de cette équipe est principalement axé sur la prestation d'une assistance à des clients externes sur des problèmes de données (analyse, interprétation, etc.), en particulier les clients du PARI CNRC. Le CEP a estimé que les travaux industriels devraient être mieux alignés sur des orientations stratégiques et que les chercheurs de TN sont trop sollicités pour soutenir le PARI CNRC.

### **Autres préoccupations**

Des experts externes ont signalé qu'ils n'ont pas pu trouver de renseignements sur les chercheurs ou les projets de TN sur le site Web du CNRC. Certains membres du personnel de TN ont également noté que les restrictions concernant les renseignements mis en ligne sur le Web ont entraîné une perte de visibilité et de crédibilité. Ces obstacles découlent en partie d'obligations relatives aux communications mises en place à l'intérieur du CNRC et du gouvernement du Canada.

Tous les experts externes interrogés ont remarqué que pour quelques-unes des huit équipes de TN, il semble y avoir des chevauchements importants et des frontières arbitraires entre ces équipes. Ils ont précisé qu'il était difficile de comprendre la distribution des capacités à l'intérieur du CNRC. Par exemple, les personnes interrogées sont souvent d'avis qu'il faudrait grouper « analyse de données » avec « analyse de textes » et « exploration de données scientifiques ». Un informateur clé a été surpris de constater que l'intelligence artificielle n'était pas mieux reflétée dans la description des capacités des équipes de TN. Il a cependant reconnu que les capacités de TN en matière d'apprentissage machine et d'apprentissage en profondeur permettrait à TN de répondre à des besoins dans le domaine de l'intelligence artificielle compte tenu de ses axes d'étude.

### **3.3 Besoin continu**

**Le domaine des technologies numériques est extrêmement pertinent aux niveaux national et international. L'intérêt croissant pour ce domaine fait que TN a la possibilité d'exercer une forte incidence sur une large gamme de clients et de partenaires. TN possède une expertise qui s'aligne sur toute une gamme de technologies à fort impact qui peuvent améliorer la santé, la sécurité et la productivité des Canadiens, mais à l'heure actuelle et au vu de l'état actuel des ressources et des infrastructures, il n'est pas bien positionné pour répondre aux besoins à venir.**

La pertinence de TN a été évaluée en examinant les besoins actuels et futurs en recherche dans le domaine des technologies numériques ainsi que les capacités du groupe à répondre à ces besoins à venir. L'évaluation a été effectuée pour répondre à la question suivante : dans quelle mesure TN est-il bien positionné pour répondre aux besoins futurs en matière d'expertise scientifique dans ce domaine (CNRC et au-delà)?

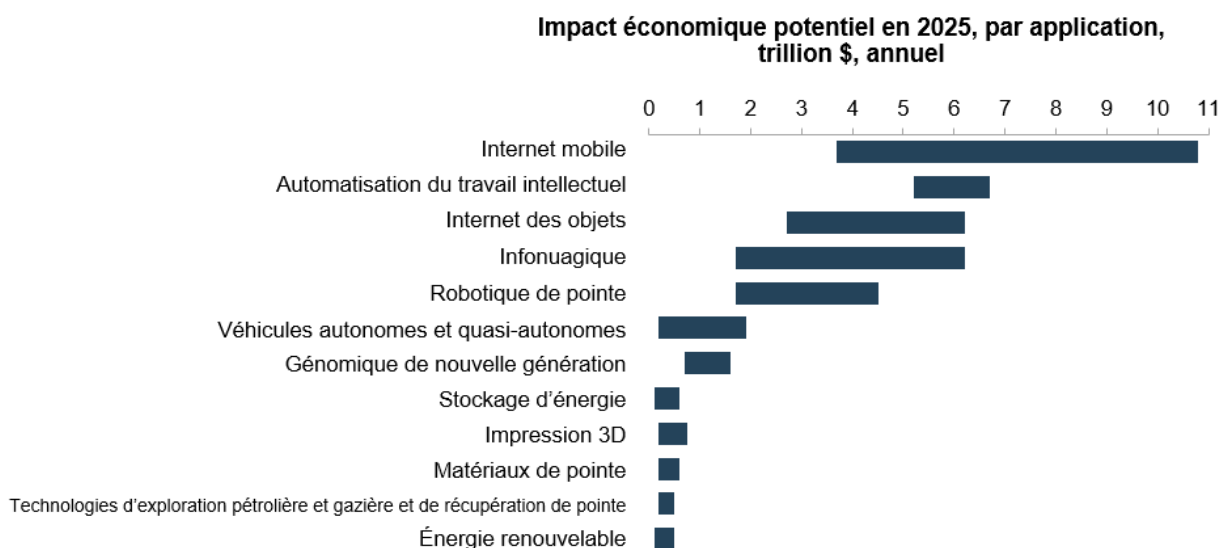
#### **Futurs besoins en expertise de recherche pour les technologies numériques**

Le domaine des technologies numériques continue d'alimenter plus que jamais les possibilités de R-D. En matière d'incidence économique, le potentiel de ces technologies se chiffre en trillions de dollars et devrait continuer à croître<sup>7</sup> (figure 8). Il s'agit notamment de besoins technologiques auxquels TN est bien positionné pour répondre, compte tenu de son expérience

<sup>7</sup> McKinsey Global Institute.

et son expertise à l'intérieur du centre de recherche (automatisation des connaissances, Internet des objets, robotique de pointe).

**Figure 8. L'expertise de TN est bien alignée avec les technologies de grande valeur**



Source : McKinsey Global Institute

### **Besoins – le CNRC et le gouvernement du Canada**

Au CNRC, des initiatives récentes ont démontré le besoin de recherche dans le domaine des technologies numériques. L'initiative Dialogue CNRC a permis d'identifier l'accroissement du niveau de recherche en technologies perturbatrices et l'amélioration de l'environnement de recherche au CNRC comme étant deux des quatre axes privilégiés. Pour l'avenir, le plan d'action du CNRC pour 2017-2021 voit le futur CNRC comme étant un leader dans des « domaines ciblés des technologies perturbatrices » et un fournisseur de « technologies dans des pôles d'innovation clés ». <sup>8</sup> Ces domaines définissent le cap pour toute la programmation du CNRC, et compte tenu de l'accent mis sur la recherche en technologies numériques, il semble qu'il y ait un excellent alignement avec les activités et l'expertise de TN. Cette analyse confirme également l'importance des activités actuelles et futures du centre dans l'ensemble du CNRC.

Comme le montre la contribution en heures de travail de TN à presque tous les centres de recherche du CNRC (voir la section 3.2, Capacités et expertise), il existe une demande au niveau de l'ensemble du CNRC pour l'expertise du centre. Un grand nombre de membres du personnel d'autres centres de recherche du CNRC ont décrit le personnel du centre comme étant essentiel au succès de leurs projets collaboratifs, la plupart précisant que leurs projets ont été rendus possibles ou avaient gagné en valeur grâce aux contributions de TN. Un petit nombre de personnes interrogées ont également déclaré qu'elles souhaiteraient avoir plus de temps avec le centre, mais qu'elles étaient restreintes à cet égard par leurs propres limites

<sup>8</sup> Mise en œuvre de Dialogue CNRC – Plan d'action du CNRC 2017-2021. Août 2017.

budgétaires.<sup>9</sup> La direction du centre a noté que le regain récent d'intérêt pour les technologies numériques dans tout le Canada a rendu ces techniques applicables à tous les autres domaines étudiés au CNRC. On convient qu'au sein de l'organisation, les autres centres de recherche voient s'intensifier leurs besoins pour l'apprentissage machine et l'intelligence artificielle et que par conséquent, la demande pour les technologies numériques va augmenter.

Le CEP reconnaît également le besoin de l'ensemble du CNRC à l'égard des technologies numériques, qu'il qualifie de clairement importantes. Selon le CEP, TN a donc la possibilité, compte tenu de l'excellence de son personnel et de ses réussites passées, d'avoir une forte incidence sur un large bassin de clients et de partenaires. Pour rester pertinent tout en allant de l'avant, le CEP estime cependant que le centre doit préserver sa capacité d'effectuer de nouveaux travaux de recherche dans le domaine des technologies numériques et d'appliquer les résultats obtenus dans l'ensemble du CNRC. Le personnel des autres centres de recherche du CNRC possède également des capacités dans le domaine des technologies numériques. Le CEP a estimé que TN doit offrir une concentration de chercheurs en informatique et dans les domaines proches et être un bassin d'incubation pour la création et le parrainage de réseaux d'échange du savoir pratique avec d'autres centres de recherche du CNRC donnant accès à des technologies numériques.

Selon le CEP, les axes de recherche actuels au sein de TN sont appropriés pour la recherche de solutions aux nombreux problèmes pressants et que les capacités du groupe s'alignent avec les technologies de grande valeur et les initiatives à venir concernant les supergrappes nationales. En fait, trois des cinq supergrappes s'appuient sur des capacités en matière de technologies numériques (tableau 6). En particulier, une des cinq supergrappes est axée spécifiquement sur le développement d'une supergrappe d'expertises en technologies numériques, avec l'objectif de l'appliquer aux besoins des entreprises locales (mines, santé et industrie manufacturière).

---

<sup>9</sup> Les centres de recherche du CNRC sont limités au niveau de leur effectif. Les autres centres de recherche peuvent ne pas disposer des ressources financières nécessaires pour louer les services de membres du personnel de TN, ou TN peut être dans l'impossibilité de recruter ou d'affecter du personnel pour répondre aux besoins d'un autre centre de recherche à cause de ses propres restrictions en matière de budget ou de recrutement (comme l'a fait remarquer un membre d'un centre de recherche interrogé).

**Tableau 6. Les initiatives Supergrappes sont alignées sur les capacités de TN**

Nom	Région	Participation de TN à la supergrappe financée	Retombées économiques prévues*
Technologie numérique	Colombie-Britannique	Projets conçus pour faire avancer les technologies de précision dans les secteurs de la santé, de la fabrication, des ressources et de l'environnement grâce à l'amélioration de la collecte, de l'analyse et de la visualisation des données.	5 milliards de dollars sur le PIB 13 500 emplois
Fabrication de prochaine génération (FPG)	Ontario	Projets utilisant des quantités massives de données, des machines intelligentes et l'Internet des objets pour mettre à l'échelle et améliorer l'efficacité de la production dans divers secteurs manufacturiers.	13,5 milliards de dollars sur le PIB 13 500 emplois
SCALE AI	Québec (Corridor de Québec à Windsor)	Projets axés sur la mise en œuvre de l'IA et de la science des données dans les chaînes d'approvisionnement, en particulier dans les secteurs de la vente au détail, de la fabrication et des infrastructures.	16,5 milliards de dollars sur le PIB 16 000 emplois

\*Après 10 ans

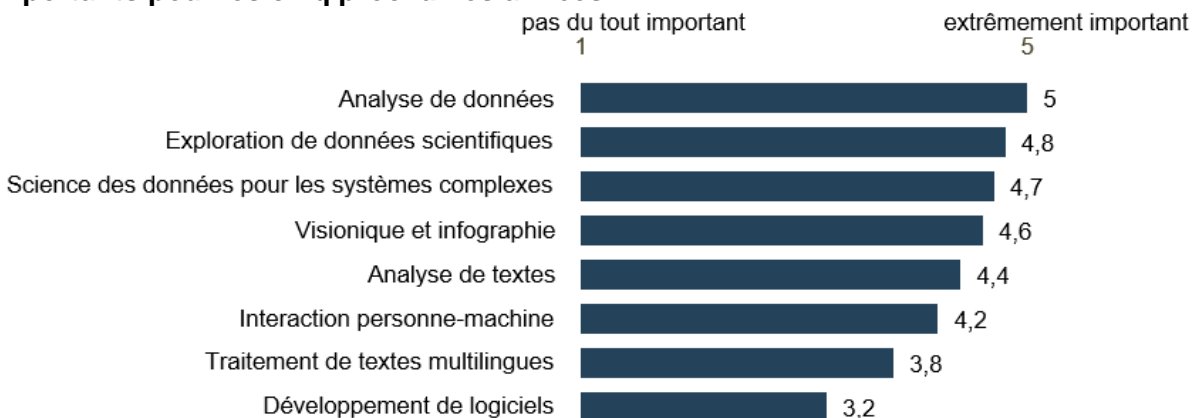
Sources : Pages Web sur l'innovation, le développement scientifique et économique et l'initiative des supergrappes en innovation; Research Money, volume 32, numéro 2, 21 février 2018.

### **Besoins – aux niveaux national et international**

Des experts externes du domaine des technologies numériques ont offert leurs points de vue sur les futures orientations du secteur et les besoins de TN en fonction de ses domaines actuels d'études. Comme le montre la figure 9, l'analyse de données est notée comme étant le domaine le plus important au vu des équipes actuelles de TN. Ce domaine fait l'objet d'un énorme intérêt au niveau international de la part du monde universitaire, de l'industrie et des organismes gouvernementaux.

Les tendances qui animent le secteur des technologies numériques alimentent aussi d'autres nouvelles tendances (Internet mobile, Internet des objets, automatisation des tâches liées aux connaissances). Selon les experts externes interrogés, les domaines étudiés par TN sont très pertinents, et certains des travaux continueront à répondre à des besoins propres à plusieurs secteurs. Un grand nombre de ces technologies ont un vaste champ d'application. L'analyse de données, par exemple, s'applique aussi bien aux soins de santé qu'à la neurologie, aux finances et aux transports.

**Figure 9. Les experts conviennent que la plupart des axes de recherche de TN sont très importants pour les cinq prochaines années**



Source : entrevues avec des informateurs clés

Deux experts externes ont noté que l'apprentissage machine est un domaine qui pourrait nécessiter plus de R-D que les autres. Un expert a signalé le besoin de mettre au point des méthodologies, des approches et des outils nouveaux. Les efforts de R-D pourraient porter sur les interfaces entre les personnes et les ordinateurs, l'apprentissage du travail avec les machines et la question de savoir comment cet apprentissage peut être effectué en accord avec les règles sociales et éthiques. Selon un expert externe, TN a l'occasion de se positionner dans ce domaine compte tenu de son expertise. Comme il est signalé dans l'évaluation de l'initiative du CNRC dans le cadre de la Feuille de route pour les langues officielles du Canada, l'industrie de la traduction (c.-à-d., l'industrie des langues) « est très vaste et la demande en matière de services de traduction devrait finir par dépasser l'offre ». <sup>10</sup> La traduction automatique devrait contribuer à combler les lacunes potentielles. En dernier lieu, une personne interrogée a estimé qu'il existe un besoin de R-D dans le domaine des unités de traitement graphique, un secteur à son avis prometteur qui se prête à l'innovation.

Pour ce qui est des besoins futurs de l'industrie, les experts externes entrevoient de solides possibilités pour les technologies numériques. Trois experts ont confirmé que l'apprentissage machine et les interactions personne-machine étaient des domaines potentiellement intéressants pour l'industrie. L'intelligence artificielle sera également un domaine porteur pour l'industrie (les véhicules autonomes ont été cités par trois experts). Comme l'a mentionné un expert, les besoins vont continuer à évoluer et le « CNRC doit se positionner de manière à nous servir au mieux au Canada ».

### Répondre aux besoins : ressources humaines

De nombreux membres du personnel de TN ont mentionné que pour le moment, ils pouvaient gérer correctement leur charge de travail. Cependant, la plupart des membres du personnel du centre interrogés, y compris ceux appartenant à la direction, ont indiqué qu'il n'y aura pas suffisamment de personnel disponible pour répondre aux besoins futurs du CNRC si des ressources supplémentaires ne sont pas allouées au centre de recherche. Cette situation pourrait s'expliquer par les raisons suivantes :

<sup>10</sup> Voir : [https://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/apropos/planification\\_rapports/evaluation/2016\\_2017/initiative\\_feuille\\_route\\_langues\\_officielles.html](https://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/apropos/planification_rapports/evaluation/2016_2017/initiative_feuille_route_langues_officielles.html) (consulté le 10 avril 2018)

- La forte demande d'expertise dans les technologies numériques crée des défis particuliers pour l'attraction de talents et la rétention de personnel pour TN. Les demandes croissantes d'expertise spécifique réduisent le bassin de talents disponible. En conséquence, les postes ont été difficiles à pourvoir et le rythme des embauches a été lent, limitant la croissance nécessaire pour faire face aux compétiteurs dans un domaine en accélération rapide.
- La rétention des talents est un défi, TN étant en concurrence avec le secteur privé et le milieu universitaire qui peuvent offrir des carrières plus attirantes que le CNRC (p. ex., au niveau des salaires, des avantages sociaux et de l'accès à des installations et à de l'équipement de haut niveau).
- Les bureaux satellites de TN sont en difficulté à cause de l'attrition. Ils ont perdu du personnel qui n'a pas été remplacé.

Bien que les données sur les ressources humaines montrent que le taux de rotation est resté stable entre les exercices 2014-2015 et 2016-2017 (8 % à 19 % par équipe), les départs durant l'exercice 2017-2018 ont été plus nombreux que la moyenne et comprenaient des départs définitifs et des congés temporaires (congés sans solde permettant d'explorer d'autres possibilités d'emploi, principalement dans le secteur privé ou dans les établissements d'enseignement supérieur).

Le CEP a noté que dans l'ensemble, il existe actuellement un flux important de ressources humaines au sein de TN et que le personnel semble usé par les nombreux changements de leadership et de direction de recherche au cours des dernières années. Le CEP a identifié le besoin de stabiliser et de centrer le leadership de la recherche au sein du centre et d'élaborer une stratégie et une vision globale pour le groupe.

Pour ce qui est des ressources humaines nécessaires pour répondre à la demande future, le CEP est d'avis que TN manque actuellement de personnel compte tenu de la demande croissante pour ses services aussi bien par les organismes gouvernementaux que par le secteur privé. Les domaines actuellement visés par le centre sont pertinents et la demande s'aligne sur l'expertise du groupe, mais des personnes supplémentaires seront nécessaires pour diriger les activités dans certains domaines et offrir ainsi la couverture supplémentaire nécessaire (p. ex., sécurité, systèmes, science des données, et interactions personne-machine). De plus, même si les supergrappes s'alignent sur les capacités de TN, il est souhaitable d'avoir un plan et des mécanismes en place pour établir des liens officiels avec celles-ci (p. ex., des projets conjoints, des détachements).

La direction de TN prévoit un recrutement substantiel (de chercheurs et de techniciens) sur plusieurs sites (centres de TN d'Ottawa et du Nouveau-Brunswick, supergrappes liées aux technologies numériques et centres de collaboration). Compte tenu de la nature temporaire de l'actuelle direction (le présent directeur a été nommé par intérim et la recherche d'un directeur général permanent se poursuit) et la difficulté d'intégrer une telle augmentation du personnel, le CEP a qualifié cette situation de préoccupante. Le recrutement ayant une incidence à long terme, le CEP a recommandé que le plan de recrutement de TN permette des décisions stratégiques en la matière.

Au vu de la rapide évolution du domaine des technologies numériques, il est difficile de prévoir les types de compétence qui seront nécessaires pour répondre aux besoins à venir. Par exemple, un ensemble de compétences hautement souhaitées peut rapidement disparaître dans un domaine en accélération rapide. Les documents stratégiques du centre de recherche préconisent d'atténuer à l'avenir ces risques en mettant sur pied des partenariats avec des

organismes externes tels que des universités ou d'autres organisations axées sur la recherche et la technologie.

### Répondre aux besoins : installations et équipement

Le recrutement et le maintien en poste de personnes talentueuses seront difficiles sans les installations et l'équipement adéquats. À l'heure actuelle, TN compte deux installations principales : Le Centre d'analyse des données et les installations axées sur l'imagerie et le graphisme, décrits ci-dessous.

**Tableau 7. Les installations et l'équipement de TN sont limités**

Centre d'analyse des données	Installations pour l'imagerie et le graphisme
<p>La salle de visualisation comprend 4 écrans TV, des tables et des chaises</p> <p>La salle de calcul abrite des ordinateurs hautes performances :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 20 machines affectées au programme OAMS</li> <li>✓ 8 machines d'apprentissage en profondeur</li> <li>✓ ordinateur automatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Outils permettant de construire des prototypes pour la mesure de surfaces 3D ainsi que de traiter et d'analyser de larges flux de données 3D</li> <li>✓ Infrastructure informatique et logiciels (capteur imageur, traitement des données, visualisation et analyse de données)</li> <li>✓ Sableuse humide pour la préparation des cibles en imagerie</li> <li>✓ Laboratoire pour le développement de systèmes d'imagerie à grande échelle</li> <li>✓ Salle à accès contrôlé pour les systèmes d'imagerie militaires</li> </ul>
<p>Services :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nettoyage, intégration et gestion des données</li> <li>➤ Analyse exploratoire de données</li> <li>➤ Modélisation et prévision</li> <li>➤ Visualisation et aide à la décision</li> </ul>	<p>Services :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Évaluation des processus de mesure en 3D</li> <li>➤ Construction de prototypes pour les validations de principe</li> <li>➤ Mesure d'objets de 100 µm à 1 m.</li> <li>➤ Métrologie dimensionnelle pour les propriétés de surface.</li> <li>➤ Sablage humide pour l'obtention d'un fini mat sur les pièces en métal</li> </ul>
<p>Limitations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Accès à l'infonuagique pour le stockage; analyse en temps réel; accès aux données par les clients</li> <li>➤ La moitié des machines affectées aux OAMS et à l'apprentissage en profondeur doivent être mises à jour chaque année</li> </ul>	<p>Limitations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aucune capacité de développer des prototypes à grande échelle. Limité au développement de type « validation de principe »</li> <li>➤ Démontage fréquent des prototypes pour l'avancement de projets urgents dû au manque de composants</li> </ul>

Sources : Programme de TN; entrevues avec des informateurs clés, site Web du CNRC

Le tableau 7 suggère que TN n'est pas bien équipé pour répondre aux besoins actuels et qu'il est limité quant à sa capacité potentielle de répondre aux besoins futurs. Les renseignements recueillis dans le cadre de la présente évaluation confirment ceux rassemblés lors des entrevues avec les informateurs clés. La plupart des personnes appartenant au centre ont admis qu'elles n'avaient pas accès à l'équipement et aux outils dont elles avaient besoin pour



répondre aux besoins actuels et futurs. Le CEP a estimé que l'accès à de meilleures ressources informatiques (matériel et logiciels) était essentiel pour les travaux du personnel de TN en plus d'être un facteur clé pour l'attraction et le maintien en poste de chercheurs de haut niveau. De nombreux membres du personnel ont signalé qu'ils n'avaient pas la possibilité de contrôler et de gérer leur propre environnement de recherche (p. ex., l'infrastructure de serveurs, le téléchargement de logiciels nécessaires à la recherche).

Le CEP a estimé que le manque d'accès contrôlé et opportun aux outils et à l'infrastructure numériques était très préoccupant. Il a souligné que les travaux de recherche de niveau international en technologies numériques nécessitent une infrastructure de recherche appropriée, notamment une puissance de calcul suffisante, des installations de stockage ainsi que des outils et des plateformes numériques appropriés. D'après un document interne, un chercheur de haut niveau de TN aurait démissionné après avoir désespéré de la capacité du CNRC de soutenir son propre programme de recherche en traduction automatique et dans des domaines liés à l'intelligence artificielle, qualifiant les ressources informatiques du centre d'« insuffisantes, de peu fiables, et d'un accès difficile ».

Certains membres du personnel ont expliqué que ces difficultés concernant les installations et l'équipement ont empiré après la cyberattaque perpétrée sur le CNRC en 2014, qui a entraîné la mise en place de mesures de sécurité supplémentaires dans l'ensemble de l'organisation. Les problèmes d'équipement se sont ensuite aggravés lorsque le CNRC a dû faire appel à SPC, le service chargé d'offrir les services liés à la technologie à la majorité des ministères et des organismes gouvernementaux. Selon les personnes interrogées, les délais requis pour avoir accès à l'équipement nécessaire et la perte de nombreux privilèges (p. ex., la permission de télécharger des logiciels ou d'installer des programmes) entravent les efforts de recherche, car ces délais peuvent aller jusqu'à plusieurs mois (p. ex., un employé de TN a dû attendre quatre semaines pour la réparation d'un ordinateur), voire des années. Le personnel et la direction du centre ont fait état d'obstacles empêchant l'accès à des logiciels de développement parce que SPC n'a pas approuvé les programmes en question. Privé des outils dont il a besoin, TN a du mal à rester compétitif dans le domaine et à collaborer avec d'autres organismes tels que les universités.

Comme l'ont signalé de nombreux informateurs clés internes, il se peut que SPC ne soit pas au courant du type de recherche mené par les chercheurs de TN. Un représentant de SPC interrogé dans le cadre de la présente évaluation a convenu que le centre faisait face à des défis, mais que dans une certaine mesure, c'était le cas pour tous les centres de recherche. Un membre du personnel de SPC a également expliqué que des délais survenaient aussi lorsque le centre s'avérait incapable de répondre à des demandes émanant de SPC.

### **Aller de l'avant**

Au moment où le présent rapport est rédigé, le CNRC examine ses options pour la prochaine phase des activités de TN, en particulier après la fermeture de SAAR. En premier lieu, le programme OAMS sera renommé Outils d'analyse multimédias et doté d'une portée plus large, allant au-delà de la sécurité. Il semblerait qu'un nouveau programme sur l'intelligence artificielle va de plus être mis sur pied, ainsi que de nouveaux centres de collaboration au Nouveau-Brunswick et à Waterloo. Le centre explore également comment il peut offrir des programmes soutenant l'imitative des supergrappes du gouvernement du Canada. En dernier lieu, TN a récemment reçu une subvention pour un projet sur les langues autochtones dans le cadre de l'Initiative des langues autochtones du gouvernement du Canada.

## 4. Conclusions et recommandations

---

TN emploie des chercheurs de classe internationale travaillant sur un certain nombre de domaines (p. ex., sur des aspects fondamentaux de l'intelligence artificielle, tels que la traduction automatique, l'analyse des sentiments, la visionique et l'infographie) et a contribué de manière substantielle à la recherche dans le domaine des technologies numériques. Les chercheurs du centre ont ainsi à leur actif de nombreux articles de haut niveau et des technologies sophistiquées utilisées dans plusieurs domaines, comme l'application de la traduction automatique à l'enseignement des langues autochtones et à la santé au niveau mondial. Le large engagement du centre auprès de l'industrie, d'autres ministères et d'autres centres de recherche du CNRC s'est également concrétisé par la création de compétences et la prestation de services de consultation pour le bien des Canadiens.

TN fait l'objet d'une forte demande et est clairement prisé par les clients internes et externes. Les clients internes et externes du CNRC ont signalé vouloir bénéficier de davantage de services offerts par le centre, durant la mise en œuvre de leurs projets et également durant l'entretien post-service. L'accroissement de l'intérêt dans ce domaine fait que le centre a la possibilité d'exercer une forte incidence sur une large gamme de clients et de partenaires. À l'heure actuelle, les projets de TN ont permis d'améliorer la productivité et la sécurité chez les clients, tandis que des projets axés sur les capacités ont contribué à des avancés aux niveaux national et international.

Malgré ses réussites, à l'heure actuelle, le groupe n'est pas bien positionné pour répondre aux besoins futurs au vu de l'état de ses ressources humaines et de son infrastructure informatique. Les domaines liés aux technologies numériques vont continuer à générer une forte demande en expertise. Les chercheurs de TN ne couvrent qu'une petite partie des domaines liés aux technologies numériques et il y a lieu de se demander si l'effectif du personnel est suffisant pour maîtriser cette vaste gamme de sujets qui demandent des expertises variées. À l'heure actuelle, le centre manque de personnel et a des difficultés à acquérir et à maintenir en poste des personnes talentueuses. Le centre ne dispose également que d'une puissance de calcul, d'installations de stockage, de logiciels et de plateformes numériques limités. En dernier lieu, le recours à SPC a empêché les chercheurs du centre d'accéder rapidement aux infrastructures numériques dont ils ont besoin pour leurs projets. Privé des outils dont il a besoin, TN a du mal à rester compétitif dans le domaine, à attirer et à maintenir en poste des scientifiques de haut niveau et à collaborer avec d'autres organismes tels que les universités.

Comme le montrent les recommandations formulées dans la section qui suit, à l'avenir, TN doit clarifier sa nouvelle orientation stratégique et assurer la stabilité de son personnel. Pour attirer et garder plus efficacement les spécialistes de talent, le centre devrait aussi consacrer plus de temps aux projets de recherche et aux collaborations (p. ex., à l'intérieur du CNRC) et explorer les options qui lui permettraient d'accéder rapidement aux outils et aux équipements informatiques dont il a besoin.

**Recommandation 1 : planification stratégique**

**TN devrait élaborer un plan de recherche stratégique détaillé.**

TN devrait poursuivre ses efforts visant à se doter d'un directeur général permanent en contrat de durée indéterminée.

Le plan, dirigé par le nouveau directeur général, devra :

- clarifier la mission et la vision du centre de recherche ainsi que ses rôles et ses responsabilités par rapport à la nouvelle direction stratégique de TN (p. ex., domaines liés aux supergrappes, centres de collaboration et programmes Défi)
- examiner comment les chercheurs peuvent se concentrer sur les projets de recherche en se libérant des engagements extérieurs
- inclure une stratégie de mobilisation liée aux projets avec les ministères, les partenaires industriels et d'autres centres de recherche du CNRC (c.-à-d., réseaux d'échange du savoir pratique et projets distribués sur plusieurs centres de recherche)

**Recommandation 2 : Ressources humaines**

**Étant donné que l'expertise dans les technologies numériques est en forte demande (c.-à-d., le bassin de talents est faible) et que la recherche dans ce domaine évolue rapidement (c.-à-d., les domaines à forte demande peuvent rapidement devenir obsolètes), TN devrait assurer la stabilité du personnel en dirigeant le développement d'un plan formel de ressources humaines axé sur l'acquisition de talents et la rétention du personnel.**

Le plan doit envisager :

- de définir la nouvelle orientation stratégique du centre de recherche
- d'attirer des étudiants diplômés et des postdoctorants pour améliorer les capacités et revitaliser tous les sites de TN
- de développer des stratégies visant à recruter à long terme, en considérant la diversité

**Recommandation 3 : Infrastructure**

**TN doit faire en sorte que ses chercheurs bénéficient d'un accès opportun et contrôlé aux infrastructures de recherche numérique dont ils ont besoin, notamment au matériel (calcul et stockage) et aux logiciels.**

Les mesures prises devraient prévoir la possibilité de travailler en partenariat avec les nouveaux centres de collaboration pour avoir accès aux infrastructures de recherche numériques aux côtés de partenaires universitaires.

## 5. Réponse de la direction

Recommandation	Réponse et mesure(s) prévue(s)	Responsable proposée	Échéances	Évaluation des résultats
<p><b>1. TN devrait élaborer un plan de recherche stratégique détaillé.</b></p> <p>TN devrait poursuivre ses efforts visant à se doter d'un directeur général permanent en contrat de durée indéterminée.</p> <p>Le plan, dirigé par le nouveau directeur général, devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clarifier la mission et la vision du centre de recherche</li> <li>• examiner comment les chercheurs peuvent se concentrer sur les projets de recherche</li> <li>• inclure une stratégie de mobilisation</li> </ul>	<p>Accepté.</p> <p>Technologies émergentes nommera un DG permanent à la tête de TN.</p> <p>TN développera un plan opérationnel qui tiendra compte des éléments recommandés.</p>	<p>Le V.-P. de Technologies émergentes (TE) est responsable de trouver un DG permanent.</p> <p>Le DG de TN (par intérim ou permanent) est responsable de l'élaboration d'un plan stratégique, avec le soutien du V.-P. de TE et des directeurs de TN à des fins de continuité.</p>	<p>Nomination d'un DG permanent d'ici mars 2019.</p> <p>Approbation du plan stratégique par le V.-P. en décembre 2018.</p>	<p>DG permanent trouvé.</p> <p>Approbation par le V.-P. TE du plan stratégique, comptes rendus des réunions de planification stratégique trimestrielles.</p>
<p><b>2. Étant donné que l'expertise dans les technologies numériques est en forte demande (c.-à-d., le bassin de talents est faible) et que la recherche dans ce domaine évolue rapidement (c.-à-d., les</b></p>	<p>Accepté, en mettant plus l'accent sur le développement du personnel.</p> <p>TN élaborera un plan officiel de gestion des ressources humaines axé sur le</p>	<p>Le DG du centre de recherche, avec le soutien du directeur de recherche et du GRH.</p>	<p>Mai 2019</p>	<p>Plan des ressources humaines approuvé par le V.-P. TE.</p>

<p><b>domaines à forte demande peuvent rapidement devenir obsolètes), TN devrait assurer la stabilité du personnel en dirigeant le développement d'un plan formel de ressources humaines axé sur l'acquisition de talents et la rétention du personnel.</b></p> <p>Le plan doit envisager :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de définir la nouvelle orientation stratégique du centre de recherche</li> <li>• d'attirer des étudiants diplômés et des postdoctorants pour améliorer les capacités et revitaliser tous les sites de TN</li> <li>• développer des stratégies visant à recruter à long terme, en considérant la diversité (p. ex., en recrutant des femmes à des postes de postdoctorant au sein de TN)</li> </ul>	<p>recrutement et la rétention des personnes talentueuses.</p> <p>Ce plan tiendra compte de l'orientation stratégique du centre de recherche et visera à attirer des étudiants diplômés et des postdoctorants ainsi qu'à revitaliser les sites existants et à en créer de nouveaux.</p> <p>Il inclura des stratégies axées sur le recrutement à long terme, visant des compétences variées, en laissant la place à la diversité.</p>			
<p><b>3. TN doit faire en sorte que ses chercheurs bénéficient d'un accès opportun et contrôlé aux infrastructures de recherche numérique dont ils ont besoin, notamment au matériel (calcul et stockage) et aux logiciels.</b></p> <p>Les mesures prises devraient prévoir la possibilité de travailler</p>	<p>Accepté.</p> <p>TN élaborera un plan détaillé pour les infrastructures de recherche dans le cadre de sa planification stratégique. Le plan d'infrastructure sera élaboré en collaboration avec la SSIT et la Direction de la sécurité du CNRC et</p>	<p>Le DG de TN et le directeur de recherche, avec le soutien de la SSIT et de la Direction de la sécurité.</p>	<p>Décembre 2018</p>	<p>Approbation du plan par le V.-P TE.</p>

<p>en partenariat avec les nouveaux centres de collaboration pour avoir accès aux infrastructures de recherche numériques aux côtés de partenaires universitaires.</p>	<p>envisagera des centres de collaboration.</p>			
--	---	--	--	--

## ANNEXE A : Méthodologie

---

### Portée

L'évaluation de TN et de ses deux programmes (SAAR et OAMS) portait sur la période située entre les exercices 2012-2013 et 2016-2017 inclus. Elle a été menée à bien conformément au plan d'évaluation approuvé du CNRC et aux politiques du SCT. Ni ce centre de recherche ni ses programmes n'avaient été évalués auparavant.

Les questions d'évaluation ont été formulées à partir de consultations menées durant la phase de planification de l'évaluation et de l'examen de documents clés. Les questions sont les suivantes :

1. Dans quelle mesure l'expertise scientifique de TN contribue-t-elle à l'atteinte des résultats chez les clients internes et externes?
2. Dans quelle mesure TN a-t-il développé des capacités et une expertise dans les domaines pertinents liés aux technologies numériques?
3. Dans quelle mesure TN est-il bien positionné pour répondre aux besoins futurs en matière d'expertise scientifique dans ce domaine (CNRC et au-delà)?

### Méthodologie

L'évaluation a été menée à bien par une équipe d'évaluation indépendante appartenant au Bureau de la vérification et de l'évaluation (BVE) du CNRC, avec le soutien d'un consultant externe pour l'analyse des données. Les méthodes de recherche qualitatives et quantitatives suivantes ont été mises en œuvre :

- Examen des documents (notamment des plans et des stratégies liés au programme et au portefeuille ainsi que des rapports industriels et gouvernementaux accessibles au public)
- Analyse des données relatives aux finances, à l'administration et aux performances (données financières et administratives relatives au portefeuille, au programme et au projet, notamment les dépenses, le nombre et le type de projets, les résultats d'une étude bibliométrique, les données des RH)
- Entrevues avec la haute direction, le personnel, des clients externes et des partenaires de TN ainsi qu'avec des experts sélectionnés en consultation avec la haute direction et examen des données du projet (personnel et direction, n = 13; partenaires et intervenants externes, n = 12; experts, n = 6)
- Examen par les pairs

Les entrevues ont duré entre trente minutes et deux heures (entrevues de groupe) et ont été réalisées en personne ou par téléphone dans la langue officielle choisie par la personne interrogée. Des guides d'entrevue ont été préparés et les questions adaptées à chaque groupe d'informateurs clés. Les questions d'entrevue ont été présentées aux personnes interrogées avant chaque entrevue.

**Tableau 8. Distribution des entrevues par catégorie (n = 38)**

Catégorie	Description	n
Intervenants externes	Gestion du programme TN	4
	Personnel du programme TN	9
	Autres membres du personnel du CNRC (autres centres de recherche du CNRC, SSIT)	7
	<b>Total pour les intervenants internes</b>	<b>20</b>
Intervenants externes	Clients du programme	12
	Experts du domaine des technologies numériques	6
	<b>Total pour les intervenants externes</b>	<b>18</b>

Les données recueillies lors des entrevues ont été encodées puis analysées avec le logiciel NVivo. L'analyse des points de vue exprimés par les informateurs et présentés dans le présent rapport a été effectuée en utilisant l'échelle ci-dessous.

**Figure 10. Échelle utilisée pour l'analyse des entrevues**

Un petit nombre	Quelques	Un grand nombre	La majorité/La plupart	Tous
Au moins 2, mais moins de 25 %, des personnes interrogées	Au moins 25 %, mais moins de 50 %, des personnes interrogées	Au moins 50 %, mais moins de 75 %, des personnes interrogées	Au moins 75 %, mais moins de 100 %, des personnes interrogées	100 % des personnes interrogées

Il a de plus été demandé aux clients des programmes de noter divers aspects de leur expérience de travail dans le cadre du programme TN à l'aide d'une échelle numérique allant de 1 (pas du tout satisfait) à 5 (très satisfait). Pour la préparation du présent rapport, une note moyenne a été calculée pour chaque réponse.

### Examen par les pairs

Les données recueillies par l'équipe d'évaluation ont été analysées et résumées dans un rapport qui a été présenté au CEP accompagné d'autres renseignements généraux (p. ex., curriculum vitae des membres du personnel de TN, résumés des projets). Le CEP était constitué de cinq personnes possédant une expertise dans le domaine des technologies numériques. Un représentant du Bureau de la vérification et de l'évaluation du CNRC a assumé les fonctions de coordinateur de l'examen par les pairs.

Tout a été fait pour mettre sur pied un comité équilibré, en tenant compte des différents secteurs (monde universitaire, gouvernement, industrie), des différents domaines de recherche, de la diversité (représentation féminine) et de la géographie.

### Tâches des membres du Comité d'examen par les pairs

Le processus d'examen par les pairs comprenait trois parties : l'examen des documents de référence recueillis par l'équipe d'évaluation, la participation à une visite de site au CNRC et la préparation d'un rapport d'examen par les pairs. Chaque membre du CEP a dû passer approximativement 5 jours à ces tâches, y compris la visite de site. Les membres étaient responsables des tâches suivantes :

- examen des documents d'information et familiarisation avec les activités de recherche et les pratiques de gestion de TN et de ses programmes



- participation à des conférences téléphoniques avant la visite de site;
- présence et participation active au processus d'examen par les pairs, y compris la visite de site (qui s'est déroulée du 26 au 27 avril 2017, à Ottawa)
- contribution au rapport d'examen par les pairs.
- révision de l'ébauche du rapport d'examen par les pairs et présentation de commentaires par écrit

### ***Évaluation initiale***

Les documents de référence ont été envoyés à chaque membre du CEP avant la visite du site. Ceux-ci devaient ensuite effectuer une évaluation préliminaire de TN en fonction de ces documents et en utilisant une grille d'évaluation créée spécialement pour cette évaluation. La grille d'évaluation contenait une série de questions pour lesquelles les membres du CEP devaient fournir une note globale, la justification de la note et les domaines devant être examinés plus avant durant la visite de site. Une téléconférence s'est tenue pour discuter de ces évaluations et identifier les domaines clés à examiner plus en détail durant la visite de site.

### ***Visite de site***

Le processus d'examen par les pairs comprenait une visite de deux jours sur le site du CNRC à Ottawa, en Ontario. La visite s'est déroulée les 26 et 27 avril et a été assortie de présentations et de discussions sur les activités de recherche passées, actuelles et proposées en plus de la visite des installations de TN.

### ***Finalisation du rapport du CEP***

L'ébauche du rapport a été formatée et éditée à la suite de la visite de site et des renseignements supplémentaires sur les objectifs et la méthodologie ont été rajoutés pour créer l'ébauche finale. Un rapport d'examen par les pairs a alors été préparé pour TN, en plus du rapport d'évaluation général.

### ***Limitations***

Les limitations suivantes ont été identifiées durant le déroulement de l'examen. Des stratégies d'atténuation ont été utilisées autant que possible pour minimiser l'incidence de ces limitations, comme décrit ci-dessous.

- La transformation de TIC, qui est intervenue durant l'évaluation, a rendu difficile l'analyse des données concernant TN indépendamment du portefeuille de TIC. Autant que possible, les données ont été examinées au niveau du programme, à l'aide de renseignements propres aux programmes SAAR et OAMS pour définir TN. Les documents de portefeuille stratégiques ont été préparés pour le portefeuille de TIC et ne contenaient pas toujours de renseignements au niveau des programmes. Tout a été fait pour travailler avec la direction afin de concevoir TN tel que le groupe existait au sein de TIC durant la période couverte par l'évaluation. Des ébauches de documents stratégiques préparés pour TN ont été communiquées à l'équipe d'évaluation durant la phase d'établissement de rapports.
- Seul un petit nombre d'entrevues externes (clients et experts) ont pu être réalisées durant la durée du projet. Des efforts ont été déployés pour recouper les

renseignements à partir de plusieurs sources de données de manière à en fournir une synthèse au Comité d'examen par les pairs.

- Les entrevues réalisées avec d'autres membres du personnel du CNRC ont été limitées aux personnels des programmes qui collaborent actuellement sur des projets avec TN, par opposition aux programmes qui souhaiteraient collaborer ainsi. Il en découle que les points de vue sur la disponibilité des ressources du centre sont limités et ne reflètent que l'avis de ceux qui ont déjà bénéficié du soutien du centre.
- TN ne dispose pas d'une liste recensant ses accomplissements et ceux de ses chercheurs. L'évaluation n'a donc pas pu obtenir la liste complète des accomplissements et des prix obtenus. À l'avenir, le profil d'information sur le rendement pour le centre inclura des indicateurs des accomplissements du groupe.

## ANNEXE B : Profil de TN

---

### Résumé des programmes et des activités de TN

#### Objectifs et activités du programme OAMS

Lancé en 2013, le programme OAMS du CNRC, toujours en cours, vise à permettre aux agences canadiennes de sécurité nationale et aux organismes de sécurité publique d'élargir rapidement leurs capacités d'analyse et de surveillance de manière à suivre la croissance exponentielle des informations numériques sans avoir recours à de nouveaux analystes. En offrant une expertise en apprentissage machine, en traitement du langage naturel, en analyse, en fusion de données et facteurs humains, le programme vise à élaborer des solutions analytiques basées sur des logiciels, capables d'apporter des améliorations quantitatives importantes pour ce qui est de la productivité des analystes.

Le programme prévoit la collaboration avec des organismes de renseignement et de sécurité, des multinationales du secteur, des fournisseurs de produits disponibles dans le commerce, des intégrateurs de système et des entreprises qui exploitent des créneaux plus étroits pour développer, mettre à l'essai et offrir des solutions analytiques dans le domaine du renseignement. OAMS développe des algorithmes et des logiciels prototypes qui permettent par exemple de trouver des informations pertinentes en filtrant et en classant rapidement de gros volumes de données ou de détecter des menaces en extrayant le ton, les sentiments et l'intention de données et de renseignements émanant de personnes.

Le programme OAMS offre également des possibilités d'octroi de licences, de travaux collaboratifs de R-D (partage des coûts) et de services rémunérés (principalement pour des améliorations, des essais ou l'intégration de technologies).<sup>11</sup>

#### Objectifs et activités du programme SAAR

En octobre 2017, le programme SAAR a été éliminé et son personnel a été réaffecté pour soutenir OAMS et d'autres projets de TN, notamment des projets liés aux capacités. La décision de mettre fin au programme SAAR a été prise par la haute direction du CNRC durant la transformation du programme TIC, dans le cadre du processus de renouvellement des programmes du CNRC.

Le programme SAAR, lancé en 2014, visait à faciliter le développement et l'intégration d'une plateforme personnalisée pour la gestion de la formation, des connaissances et de l'apprentissage. Le programme offrait une expertise dans les domaines de l'exploration des données, des systèmes d'aide à la décision, de la convivialité des interfaces personne-machine, des technologies axées sur l'apprentissage et la collaboration, de l'apprentissage et du raisonnement assisté par des machines ainsi que du traitement du langage naturel.

Le groupe de SAAR a collaboré avec des partenaires stratégiques (industrie et autres ministères) pour développer des composants logiciels axés sur l'apprentissage et la formation. Le programme consistait notamment à développer une infrastructure de soutien à l'apprentissage et aux performances visant à héberger et à offrir des services tels que des services d'apprentissage et un point de distribution des ressources. Il visait aussi à mettre au

---

<sup>11</sup> Plan d'activités du programme OAMS. 16 juillet 2013.

point des algorithmes de développement et de reconnaissance automatisés des compétences grâce à l'analyse des flux de travail et des compétences et à créer des programmes de formations pour le personnel.<sup>12</sup>

### Projets sur les capacités

Les chercheurs de TN ont également travaillé sur des projets axés sur les capacités clés, conçus pour l'acquisition d'un ensemble d'outils et d'une base de connaissances. Ces projets se poursuivent et dans certains cas, des clients clés s'y sont intéressés ou y ont participé. La section 3.1.1. fournit de plus amples renseignements sur les projets axés sur les capacités

### Ressources humaines

Entre les exercices 2013-2014 et 2016-2017<sup>13</sup>, TN a employé approximativement 84 employés en équivalent temps plein (ETP)<sup>14</sup> avec en moyenne approximativement 30 ETP sur le programme OAMS et 21 ETP sur le programme SAAR. Le reste du personnel est constitué de chercheurs travaillant dans d'autres centres de recherche du CNRC. TN est doté de ressources distribuées à parts égales entre les équipes, avec en moyenne 10 à 13 employés par équipe sur la période 2015-2016 à 2016-2017.<sup>15</sup> Près de 75 % des employés travaillent en Ontario dans les locaux d'Ottawa, le reste étant en poste au Nouveau-Brunswick, dans des installations situées à Fredericton et à Moncton.

Le tableau 9 montre les ressources humaines prévues et réelles pour les programmes OAMS et SAAR. Les ressources humaines réelles d'OAMS étaient plus proches de celles prévues que dans le cas de SAAR. Voir la section 3.2.1 pour de plus amples renseignements et une description du contexte.

**Tableau 9. Le nombre d'ETP affectés à SAAR s'est avéré inférieur au nombre prévu, tandis que ces deux chiffres étaient plus proches dans le cas d'OAMS (sur la période 2013-2014 à 2016-2017)**

Programme	ETP	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
OAMS	Prévus	26,5	26,5	26,5	26,5
	Réels	18,3	28,0	28,7	31,6
SAAR	Prévus	6,2	24,4	31,3	38
	Réels	4,7	17,9	23,6	22,6

Source : « Prévus » – Plan d'activités du programme OAMS (juillet 2013); plan d'activités du programme SAAR (octobre 2013); « Réels » – données administratives.

Les ressources de TN soutiennent les programmes et les projets du centre, ainsi que les programmes d'autres centres de recherche du CNRC. Entre 2014 et 2017, TN a soutenu plus de 10 programmes différents du CNRC en dehors d'OAMS et de SAAR (p. ex., Amélioration du blé canadien, Bâtiments à haute performance et Flottes futures 2020). Voir la section 3.2 pour

<sup>12</sup> Plan d'activités du programme SAAR. 8 octobre 2018.

<sup>13</sup> Les données présentées dans l'ensemble du présent rapport couvrent des exercices fiscaux : du 1<sup>er</sup> avril au 31 mars de l'année suivante.

<sup>14</sup> L'effectif total du personnel étant fluctuant tout au long de l'année et sur le long terme à cause de l'embauche d'étudiants et du renouvellement du personnel, seules des moyennes sont présentées.

<sup>15</sup> Les exercices 2012-2013 et 2013-2014 ont été exclus des calculs d'ETP parce que les heures travaillées et l'effectif de TN durant ces exercices n'ont été attribués qu'à Visionique et infographie durant ces exercices. L'équipe d'analyse de données est également exclue des calculs, car il s'agit d'une nouvelle équipe, mise sur pied en 2016-2017.

de plus amples renseignements sur le soutien apporté par le centre aux autres programmes du CNRC.

## Installations

TN a trois sites principaux : Ottawa (Ontario), Fredericton et Moncton (Nouveau-Brunswick).

Ottawa : les installations comprennent le Centre d'analyse des données et les installations consacrées à l'imagerie et au graphisme. Ces installations sont principalement utilisées pour le programme OAMS et contiennent des infrastructures (ordinateurs hautes performances, matériel, logiciels) visant à soutenir la mobilisation des clients de TN, à procéder à des validations de principe et à des prototypages pour des applications particulières et à permettre le traitement, la visualisation et l'analyse des données produites par les capteurs d'images. La section 3.3.3 offre des renseignements supplémentaires sur ces installations.

Nouveau-Brunswick : Les sites du Nouveau-Brunswick ont exploité trois installations jusqu'à l'élimination du programme SAAR en octobre 2017 : le Laboratoire du citoyen électronique, le Laboratoire mobile sur les interactions personne-machine et le Laboratoire d'étude de la voix et des interactions multimodales. Le CNRC n'a pas encore déterminé quel sera l'avenir des installations du Nouveau-Brunswick.

## Ressources financières

### Revenus et dépenses

Entre les exercices 2012-2013 et 2016-2017, les dépenses associées aux projets OAMS et SAAR (salaires et dépenses opérationnelles) se sont montées au total à approximativement 24,8 millions de dollars (tableaux 10 et 11).<sup>16</sup> Comme exposé ci-après, les dépenses opérationnelles d'OAMS ont excédé celles prévues au budget pour la majorité des exercices, mais le programme a pu dans le même temps générer des revenus croissants.

**Tableau 10. Revenus et dépenses prévus et réels (millions de dollars; 2013-2014 à 2016-2017)**

OAMS	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017	
	Prévus	Réels	Prévus	Réels	Prévus	Réels	Prévus	Réels
Salaires (RASE* inclus)	3,20	2,30	3,27	3,74	3,33	3,33	3,40	3,74
Dépenses opérationnelles	0,32	0,31	0,32	0,35	0,32	0,49	0,32	0,56
<b>Coût total du programme</b>	<b>3,52</b>	<b>2,61</b>	<b>3,59</b>	<b>4,09</b>	<b>3,65</b>	<b>3,81</b>	<b>3,72</b>	<b>4,29</b>
Revenu total	0,80	0,71	1,45	1,02	1,98	1,94	2,15	2,79

**Tableau 11. Revenus et dépenses prévus et réels de SAAR (2013-2014 à 2016-2017)**

SAAR	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017	
	Prévus	Réels	Prévus	Réels	Prévus	Réels	Prévus	Réels

<sup>16</sup> Les totaux pour les dépenses et les revenus du Centre de recherche en TN n'étaient disponibles que pour les activités liées aux technologies de l'information et des communications (TIC), car le Centre n'a vu le jour qu'en 2017-2018. Pour qu'elles représentent mieux les activités de TN, les données concernant les ressources financières sont présentées au niveau du programme.

Salaires (RASE* inclus)	0,71	0,5971	2,91	2,45	3,73	3,01	4,59	2,90
Dépenses opérationnelles	0,03	0,0371	0,13	0,0871	0,1771	0,2371	0,1771	0,2171
<b>Coût total du programme</b>	<b>0,74</b>	<b>0,6271</b>	<b>3,04</b>	<b>2,5371</b>	<b>3,40</b>	<b>3,2471</b>	<b>4,7671</b>	<b>3,1171</b>
Revenu total	0,24	0,1871	1,35	0,1271	1,70	0,7371	2,2571	0,5871

Note : Les coûts relatifs aux installations et aux équipements dépendent du budget du centre de recherche, qui n'était pas disponible pour TN.

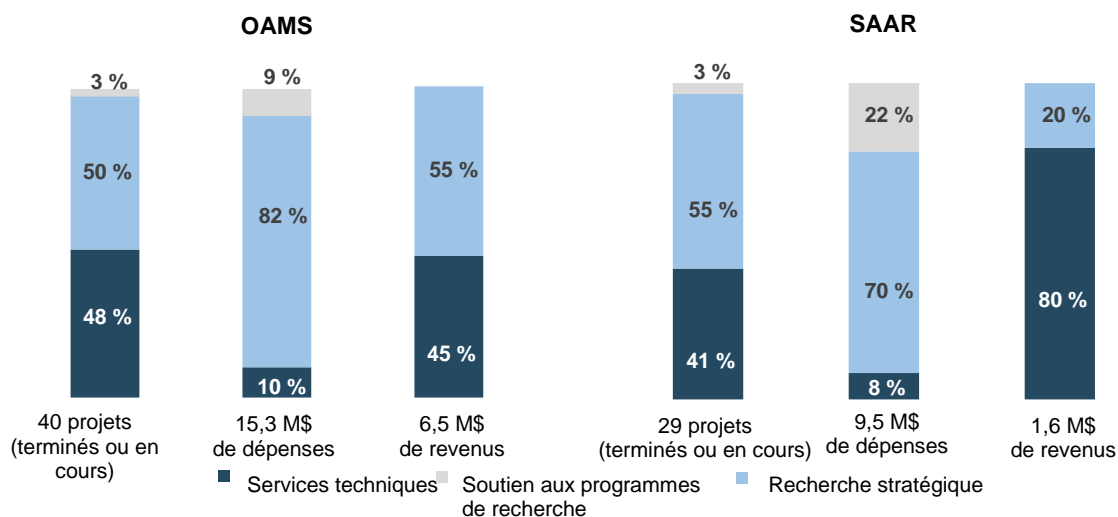
\*RASE : régime d'avantages sociaux des employés.

Source : Prévus – plan d'activités du programme OAMS (juillet 2013); plan d'activités du programme SAAR (octobre 2013); Réels – Données administratives.

## Projets de services stratégiques et de services techniques

La figure 11 montre que la majorité des revenus d'OAMS et de SAAR (75 %) entre 2012-2013 et 2016-2017 ont été alloués à des projets de recherche stratégique (projets de recherche menés conjointement avec des partenaires pour atténuer les risques associés à la R-D et accélérer les phases de développement commercial). Sur la même période, OAMS a généré 6,5 millions de dollars de revenus, dont près de la moitié (55 %) provenait d'activités de recherche stratégique. Les revenus de SAAR ont totalisé 1,6 million de dollars, la majorité (80 %) provenant de projets de service technique (projets visant à aider les clients à résoudre des problèmes techniques en cours grâce à la prestation d'un soutien technique payant comprenant par exemple des essais ou un prototype).

**Figure 11. Les dépenses servent principalement à financer la recherche stratégique, mais des revenus importants sont générés grâce aux projets de service technique (2012-2013 à 2016-2017)**



Source : Données administratives.

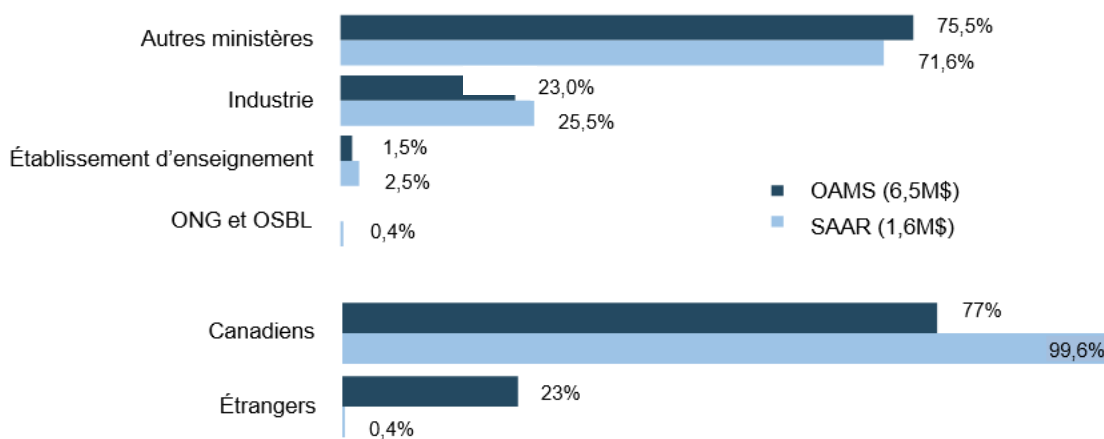
## Projets de service internes et externes

Sur l'ensemble de la période couverte par l'évaluation, la majorité des projets OAMS étaient destinés à d'autres ministères (75,5 %, figure 12) et les revenus issus de ces projets (6,5 millions de dollars) se sont alignés sur les sommes prévues. À l'inverse, les projets SAAR

ont été principalement axés sur les besoins internes (59 %), avec des revenus provenant des projets externes inférieurs (1,6 million de dollars) à ceux d'OAMS.

TN a travaillé pour 30 clients différents et les revenus provenant des projets pour d'autres ministères sont arrivés en tête, suivis des revenus issus des projets avec l'industrie (figure 12).

**Figure 12. La plus grande partie des revenus de TN provient des projets pour d'autres ministères clients (2014-2015 à 2016-2017)**



ONG : Organisations non gouvernementales. OSBL : organismes sans but lucratif.  
Source : Données administratives.

## ANNEXE C : Accomplissements

### Atteinte des résultats : OAMS, SAAR et autres centres de recherche

Dans le cadre de la présente évaluation, on a demandé aux directeurs de programme de fournir des détails sur les extrants et les résultats obtenus pour chaque projet. Ces renseignements ont été analysés et des exemples sont exposés ci-dessous.

#### **Projets pour les clients d'OAMS<sup>17</sup>**

TN a travaillé avec une variété de partenaires et de clients. Quelques exemples sont cités ci-dessous pour illustrer la diversité des projets entrepris.

- Des travaux effectués au CNRC ont aidé un organisme du gouvernement du Canada à réduire de 1 million de dollars par an ses coûts d'exploitation en améliorant une application à haut NMT, dans le cadre de la contribution du Canada à l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le système est une version modernisée d'une plateforme d'analyse des données sanitaires à l'échelle planétaire utilisée par les membres de l'OMS comme réseau d'alerte rapide. Tous les jours, le système analyse plus de 20 000 bulletins de nouvelles mis en ligne dans le monde entier et dans neuf langues différentes<sup>18</sup>. Le système a été reconnu comme un pionnier du traitement des mégadonnées dans le domaine de la santé publique<sup>19</sup>.
- Sur une période de deux ans, TN a aidé un organisme gouvernemental à planifier et à mettre sur pied une bibliothèque nucléolégale nationale. Les techniques analytiques mises au point ont été présentées à la communauté internationale, à la demande du client, et elles continuent à faire l'objet d'un intérêt à l'échelle mondiale.
- Le CNRC a aidé un client qui tient aujourd'hui à jour une application logicielle mise sur le marché par une entreprise canadienne. Le projet a suscité de l'intérêt au Canada et une société sœur en Australie l'a inclus dans la liste de ses services en matière de renseignements.
- Un important organisme américain a amélioré sa productivité dans le domaine de la traduction sécurisée et a du même coup fait avancer la compétitivité du Canada en matière de R-D. Le projet a par ailleurs permis au CNRC de découvrir la traduction automatique neuronale, considérée comme révolutionnaire dans le domaine.
- Un outil de moissonnage du Web à la fine pointe de la technologie a été développé sur une période de deux ans et demi. Cette technologie est maintenant disponible sous licence et un petit nombre de clients clés ont été approchés.

De plus, des progrès en R-D réalisés dans le cadre de certains projets du programme OAMS ont permis de faire avancer d'autres projets de ce même programme (projets sur les capacités et projets destinés à des clients). Un contrat passé avec une société internationale a par exemple abouti à la création de nouvelles connaissances qui ont par la suite été incorporées à *Portage*. Un autre projet, mené avec un organisme américain, a aidé à améliorer la capacité de *Portage* dans une langue ainsi que les fonctionnalités d'un autre projet destiné à un client d'OAMS.

<sup>17</sup> Les renseignements concernant les projets ont été extraits des fichiers de données du programme.

<sup>18</sup> Dion M., AbdelMalki P., Mawudeku A., Relevé des maladies transmissibles au Canada, Les données massives et le Réseau mondial d'information en santé publique, volume 41-9, 3 septembre 2015.

<sup>19</sup> ASPC, RMISP en bref, [https://gphin.canada.ca/cepr/aboutgphin-rmispnbref.jsp?language=fr\\_CA](https://gphin.canada.ca/cepr/aboutgphin-rmispnbref.jsp?language=fr_CA) (consulté le 26 mars 2018).



## Résultats pour les clients de SAAR

Depuis son lancement en 2014, et jusqu'en avril 2016, le programme SAAR a visé le développement d'une plateforme unique pour répondre aux besoins des marchés axés sur les utilisateurs finaux tel que celui du pétrole et du gaz naturel. Cependant, durant l'exercice 2016-2017, le programme SAAR a fait l'objet d'une restructuration et un nouveau directeur a été nommé. Les objectifs, les plans et les priorités du programme ont donc été révisés et les axes sont passés de la sécurité, du génie et de la traduction automatique au traitement du langage naturel et à l'analyse des données pour la gestion des talents.

La nouvelle mouture de SAAR vise à développer des algorithmes pour interpréter les données non structurées et distribuées (y compris les textes) pour le secteur des logiciels axés sur la gestion de l'apprentissage, des connaissances, des compétences, des talents et des performances. Les projets SAAR, conçus pour personnaliser et optimiser les performances des systèmes, se répartissent en quatre catégories : profilage des utilisateurs et des usages, ciblage des compétences, analyse des déficits de compétences et comblement de ces déficits. Des exemples de résultats obtenus sont présentés pour chaque catégorie de projets.

- Profilage des utilisateurs : Durant l'exercice 2015-2016, SAAR a collaboré avec le Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) pour créer Micromissions, un babillard en ligne doté d'un moteur de recherche pour les employés du gouvernement du Canada intéressés par les échanges de personnel à court terme (p. ex., affectations à court terme, observation au poste de travail). Le projet était axé sur le développement d'outils logiciels permettant au SCT de réaliser une bonne adéquation entre les tâches à court terme et le personnel disponible au sein des différents ministères. Le projet a conduit à une grande visibilité à l'intérieur du SCT et à une série de contrats avec le client pour l'amélioration de nombreux éléments de leur trousse d'applications *GCTools*.
- Ciblage des aptitudes : Le produit de la plateforme de SAAR baptisé *Jobsee* était un algorithme utilisé pour recommander des emplois. Cette technologie mise au point par SAAR – basée sur l'analyse de données issues des réseaux sociaux ou de simples rétroactions – a visé certaines équipes du CNRC et des clients potentiels durant l'exercice 2016-2017. Elle a été conçue pour mettre en lumière les capacités du CNRC afin de mieux les vendre auprès des clients externes. Elle a également servi de cible aux travaux de recherche du SAAR axés sur les technologies : il fallait intégrer ces technologies et en faire la démonstration sur les sites de manière à les rendre intéressantes pour les clients potentiels.<sup>20</sup>
- Analyse des déficits en compétences : Durant l'exercice 2015-2016, SAAR a donné naissance aux premiers d'une série de projets menés avec la Marine royale du Canada, qui consistaient à développer des programmes de simulation d'avant-garde et d'autres technologies immersives. Ces travaux ont permis de faire progresser les capacités de SAAR dans le domaine des technologies liées à la réalité virtuelle et des interactions personne-machine liées aux applications d'apprentissage.

## Défis spécifiques aux programmes

Pour OAMS, les documents relatifs au programme indiquent que quelques défis sont survenus en termes de disponibilité du personnel pour travailler sur les projets axés sur les capacités, ce qui a entraîné des délais pour ces projets.

---

<sup>20</sup> Accessible seulement depuis le réseau informatique du CNRC.

Quant à SAAR, des défis sont apparus dus à l'absence de compétences appropriées au sein du CNRC pour répondre aux besoins du programme, au manque de soutien du programme et des projets au niveau de la gestion (censé assurer l'efficacité de la mise en œuvre des projets dans le cadre de SAAR) et au manque de soutien opportun de la part de Services partagés Canada (SPC) du gouvernement du Canada et de la Direction des services du savoir, de l'information et des technologies du CNRC (SSIT).

### **Atteinte des résultats : autres centres de recherche du CNRC**

En plus des exemples fournis dans le présent rapport d'évaluation, TN travaille également avec les centres de recherche du CNRC qui s'investissent dans l'aérospatiale, l'automobile, les océans, les appareils médicaux, l'astronomie, les matériaux quantiques et les composants photoniques. Le personnel du centre a aidé les autres centres de recherche suivants :

- Centre de recherche en aérospatiale – TN a soutenu trois programmes : Travailler et voyager à bord d'un aéronef, Aéro 21 et Systèmes de défense aérienne. Les projets du centre ont représenté 10 % des revenus réalisés dans le cadre du programme Travailler et voyager à bord d'un aéronef lors de l'exercice 2015-2016.
- Centre de recherche sur l'automobile et les transports de surface – TN a soutenu deux programmes : Flottes futures et Optimisation des voies ferrées et des véhicules ferroviaires. Pour Flottes futures, les chercheurs du centre sont parvenus à identifier des modes caractéristiques du déplacement des poids lourds dans le port de Montréal et les résultats pourraient permettre, dans le cadre d'un futur projet, de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Centre de recherche sur les dispositifs médicaux : Lors de l'exercice 2015-2016, en collaboration avec le centre de recherche, SAAR a mis au point des outils qui ont permis de moderniser le simulateur neurochirurgical et la plateforme associée afin qu'ils puissent intégrer la capture et l'analyse distribuées des résultats de simulation. Ce projet a notamment abouti à la création de la plateforme Rabaska, un cadre de travail construit sur Internet pour la visualisation des résultats du simulateur, leur évaluation et la publication de recommandations connexes, avec des fonctionnalités telles que a) la visualisation des résultats du simulateur (le simulateur neurochirurgical NeuroTouch et le simulateur de soudage WeldHaptix), b) un module de recommandation personnalisée basé sur les performances (projet conjoint avec le projet sur les systèmes d'apprentissage du programme Savoir) et c) le lancement d'une simulation et la collecte des résultats à distance.