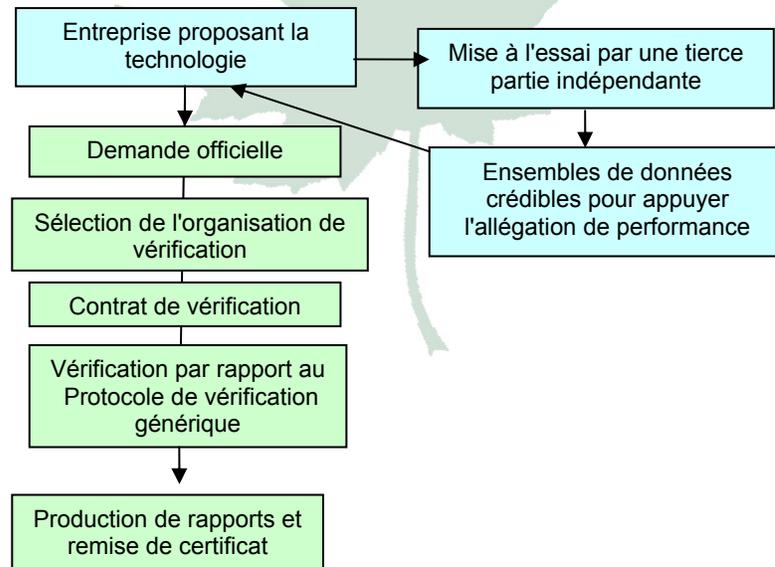


Vérification des technologies environnementales

Protocole de vérification générique (PVG)

Examen de la demande et évaluation de la technologie

Juin 2012



Environnement
Canada

Environnement
Canada

TABLE DES MATIÈRES

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	1
<i>LISTE DES FIGURES</i>	3
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	3
<i>LISTE DES ANNEXES</i>	4
RÉSUMÉ 7	
PARTIE 1 – CONTEXTE DE VÉRIFICATION	9
1.0 Objectif et structure de la vérification	9
1.1 Définition de la vérification	9
1.2 Programme VTE canadien	9
1.2.1 Contexte	9
1.2.2 Programme de vérification des technologies environnementales	9
1.3 Définitions	10
1.3.1 Technologie environnementale.....	10
1.3.2 Services techniques	11
1.3.3 Fiches d'information du Programme de vérification des technologies environnementales	11
1.3.4 Organisations de vérification (OV)	11
1.3.5 Certificat de vérification	11
1.3.6 Rapport de vérification	11
1.4 Admissibilité des candidats au Programme de vérification des technologies environnementales	15
1.5 Étapes du programme du programme VTE canadien	15
PARTIE 2 – PROCÉDURE DE VÉRIFICATION	16
2.0 Examen des documents de la demande	16
2.1 Documents de la demande	16
2.2 Identification de la demande	16
2.3 Critères d'examen de la demande	16
2.4 Compétences et indépendance de l'organisme d'essai et du laboratoire d'analyse	19
2.4.1 Compétences et indépendance des agents d'essai	19
2.4.2 Compétences et indépendance du laboratoire d'analyse	19
2.4.3 Programmes d'essai qui n'impliquent pas un laboratoire d'analyse	19
2.5 Type de technologie : Protocole de vérification spécifique et documents supplémentaires 19	
2.6 Examen de la conformité par rapport à l'analyse comparative du rendement	20
3.0 Examen de la technologie	20
3.1 Fondements scientifiques et techniques	20
3.2 Fonctionnement et entretien	22
3.3 Critères d'examen de la technologie	22

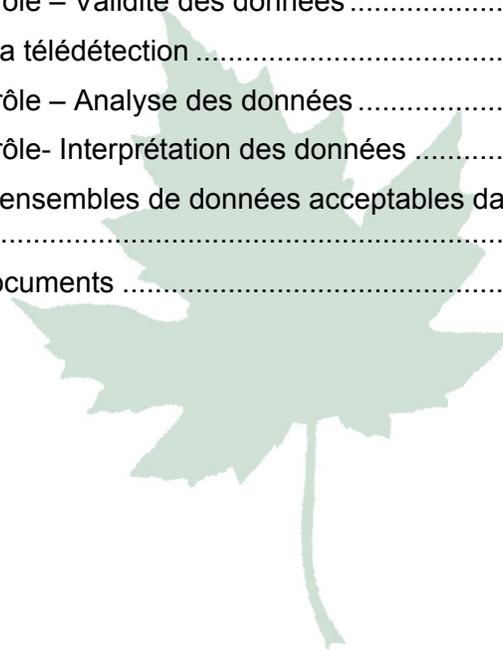
4.0	<i>Examen du plan d'essai, exécution des essais et données</i>	28
4.1	Examen du plan d'essai et exécution du plan d'essai	28
4.2	Examen des données d'origine	28
4.2.1	Identification des ensembles de données	29
4.3	Examen des documents provenant d'autres institutions	29
4.4	Liste de contrôle – Validité des données	32
5.0	<i>ANALYSE STATISTIQUE</i>	36
5.1	Élaboration d'une hypothèse au sujet de la performance	36
5.1.1	Hypothèse nulle	36
5.1.2	Évaluation des données	36
5.2	Degré de confiance et intervalles de confiance	37
5.3	Analyse statistique des allégations de rendement	37
5.3.1	Allégation de performance	38
5.3.2	Vérification des allégations de performance	38
5.4	Liste de contrôle – Analyse des données	38
5.5	Liste de contrôle - Interprétation des données	40
5.6	Résumé des ensembles de données acceptables dans le cadre de la vérification	42
5.7	Examen des allégations de performance	42
6.0	<i>Autres moyens de justifier la performance vérifiée</i>	43
6.1	Fournisseurs certifiés en vertu d'autres territoires	43
6.2	Technologie reconnue conforme aux règlements axés sur la science	43
6.3	Participants à un programme d'analyse comparative du rendement	44
6.4	Programmes de démonstration des principes relativement à la technologie précommerciale	44
6.5	Technologie associée à des données d'essai non classées dans une feuille de travail d'analyse statistique du programme VTE canadien	45
6.6	Harmonisation avec les programmes de vérification dans les autres territoires	45
6.7	Remarques sur les vérifications connexes [FACULTATIF]	45
7.0	<i>Le rapport de vérification</i>	46
7.1	Justification de la piste de vérification	46
7.1.1	Résumé des principaux documents à l'appui	46
7.2	Exemple de format de rapport – Rapports de vérification des technologies environnementales	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le processus de vérification	12
Figure 2 :	14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste de contrôle – Examen de la demande – Renseignements obligatoires	17
Tableau 2 Liste de contrôle – Critères d'examen de la technologie	22
Tableau 3 : Liste de contrôle – Critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification.....	30
Tableau 4a : Liste de contrôle – Validité des données	33
Tableau 4b : Données de la télédétection	35
Tableau 5 : Liste de contrôle – Analyse des données	39
Tableau 6 : Liste de contrôle- Interprétation des données	40
Tableau 7 : Résumé des ensembles de données acceptables dans le cadre de la vérification.....	42
Tableau 8 : Principaux documents	46



LISTE DES ANNEXES

- Annexe A : Feuilles de travail d'analyse statistique
- Annexe B : Sélection de tableaux statistiques



**Vérification des technologies environnementales
(VTE)
Protocole de vérification générique
Juin 2012**

Autorisation du protocole de vérification au nom du programme VTE canadien

I. En vertu d'une licence d' :

Environnement Canada

II. Historique de diffusion :

Première diffusion : Mai 1998

Révision : Mars 2000

Révision : Février 2007

Le présent document :, Juin 2012 remplace toutes les diffusions précédentes

Le protocole de vérification générique du programme de vérification des technologies environnementales peut faire l'objet d'une révision sans avis;

III. Coordonnées de la personne-ressource pour les utilisateurs du protocole de vérification générique du programme de vérification des technologies environnementales :

Programme VTE canadien

Programmes en Science and en technologies

Direction des Stratégies en Science et en technologie

Direction générale des Sciences et de la technologie

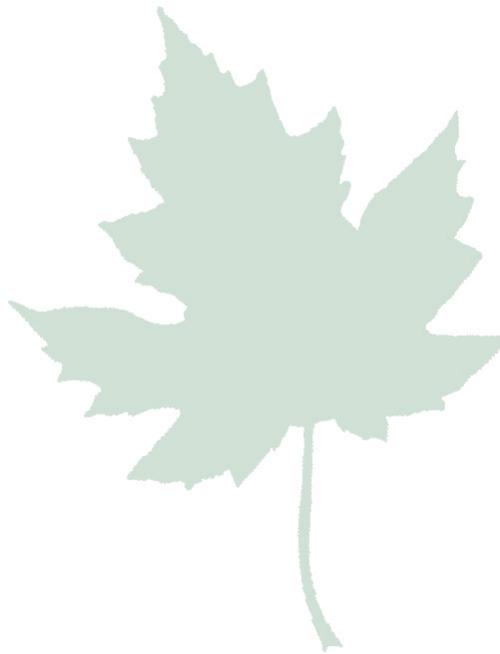
200 boul. Sacré-Coeur

Gatineau (Hull), QC Canada K1A 0H3

Téléphone: 819 934 6419

jeffrey.guthrie@ec.gc.ca

**DROIT D'AUTEUR
2012
par
Environnement Canada**



Cette publication ne peut être reproduite ou utilisée, dans son ensemble ou en partie, sans l'autorisation expresse écrite d'Environnement Canada mais peut être citée brièvement par des examinateurs qualifiés.

RÉSUMÉ

Ce protocole est un document de travail qui décrit les procédures étape par étape pour effectuer une vérification de la performance pour un procédé ou une technologie environnementale. La Partie 1 intitulée *Contexte de vérification* est une description du cadre de travail dans lequel la vérification est mise en place. Dans cette partie, le mandat du programme VTE canadien est précisé et les étapes de vérification sont définies et expliquées à l'aide d'un schéma. La Partie 2 intitulée *Procédure de vérification* décrit le protocole qui permet d'examiner l'allégation du fournisseur.

L'organisation de vérification, un organisme expert de tiers, doit suivre ce protocole afin que tous les développeurs de technologie qui font une demande auprès du programme VTE canadien soient assurés qu'il y a une « règle du jeu uniforme », avec la même procédure pour chaque candidat.

Pour démarrer le processus, le fournisseur de technologie présente un ensemble complet de renseignements aux fins d'examen. L'organisation de vérification (OV) établit ensuite ce qui suit :

1. La demande est dûment remplie.
2. L'organisme d'essai a les compétences nécessaires pour effectuer le programme d'essai.
3. Les laboratoires d'analyse ont obtenu l'accréditation pour réaliser l'analyse requise par ce programme d'essai.
4. Il y a suffisamment de renseignements techniques au sujet de la technologie.
5. Il y a des données d'essai crédibles pour les deux échantillons acquis pour l'analyse en laboratoire et les données traitées sur place.

L'organisation de vérification poursuit ensuite avec la procédure de vérification :

1. Après l'analyse numérique des données, une allégation de performance liée à la technologie est définie.
2. D'autres éléments de la performance sont évalués et permettent d'établir d'autres paramètres d'intérêt relativement à la technologie. L'allégation de performance n'est pas associée à cette activité d'examen et de production de rapports.
3. L'organisation de vérification prépare un rapport qui doit être approuvé par le programme VTE canadien et par le fournisseur.

À la conclusion de la vérification, un certificat de vérification est attribué par le programme VTE canadien. Ce certificat est accompagné de la fiche d'information sur la technologie, qui met en évidence la vérification de l'allégation de performance, et de la version définitive du rapport de vérification.

Pour chaque étape de la séquence de vérification, il y a une liste de contrôle. Ces listes de contrôle sont produites sous forme d'ensemble de onze tableaux. Selon les résultats, l'organisation de vérification répondra « oui » ou « non » et fournira également des commentaires, dont certains peuvent être insérés directement dans les listes de contrôle, qui sont également utilisées comme outil de production de rapports pour le rapport de vérification.

Après avoir établi la crédibilité des renseignements reçus, les données sont analysées selon les procédures standard indiquées dans l'analyse numérique statistique. Ces procédures sont couvertes par une série de feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS). L'annexe A offre une

présentation des concepts statistiques de base nécessaires pour utiliser les feuilles de travail d'analyse statistique, suivis d'un ensemble de dix feuilles de travail d'analyse statistique. Un soutien supplémentaire est fourni à l'organisation de vérification dans les autres annexes; elles contiennent deux études de cas et quelques exemples de calculs avec les feuilles de travail d'analyse statistique, tel qu'il est indiqué dans les feuilles de calcul Microsoft Excel et avec des commentaires associés. Des progiciels statistiques plus puissants peuvent être utilisés dans la mesure du possible.

Le chapitre 6 permet de constater que la nature de certaines vérifications n'est pas adaptée au modèle de présentation des ensembles de données, puis offre une analyse statistique. Les principes de vérification par une tierce partie peuvent également être appliqués à un fournisseur ayant reçu une certification en vertu d'autres autorités, à la technologie qui a été reconnue conforme aux règlements fondés sur les sciences et à la technologie qui n'est pas encore sur le marché mais qui nécessite de l'aide pour prouver le principe de la technologie innovante.

En résumé, la technologie qui répond aux exigences du Protocole de vérification générique du programme VTE canadien passe avec succès un examen rigoureux et atteint une norme élevée. La valeur de l'allégation de performance vérifiée profite au fournisseur, à l'utilisateur et à la société dans son ensemble.



PARTIE 1 – CONTEXTE DE VÉRIFICATION

1.0 Objectif et structure de la vérification

1.1 Définition de la vérification

La vérification correspond à une évaluation et une validation indépendantes effectuées par une tierce partie et portant sur les allégations d'un fournisseur au chapitre de la performance technologique, et ce, en suivant un protocole établi. La vérification consiste en un examen des allégations des fournisseurs en matière de performance environnementale et des renseignements de soutien disponibles dans le but de valider les allégations de performance. L'objectif de la vérification est de confirmer que la performance et l'intégrité de la technologie environnementale répondent à un protocole normalisé, tel qu'il est précisé dans le Programme de vérification des technologies environnementales d'Environnement Canada. La vérification doit inclure la confirmation, par l'examen et la mise à disposition de preuves objectives, que les exigences établies sont respectées. Les spécifications doivent notamment préciser qu'un produit ou un procédé est fondé sur des principes scientifiques et techniques solides, qu'il est efficace, fiable, qu'il protège la santé et l'environnement, et qu'il fonctionne de cette façon en vertu des conditions d'utilisation et des conditions environnementales définies.

En général, les avantages pour le fournisseur et les intervenants sont les suivants :

1. L'organisation de vérification est un organisme expert indépendant qui n'a aucun lien privé ou autre avec le fournisseur ou le programme VTE canadien, et, par conséquent, peut fournir une évaluation par une tierce partie crédible.
2. En appliquant le Protocole de vérification générique, tous les candidats passent par le même processus de validation.
3. La vérification de l'allégation de performance du fournisseur appuie la mise en marché d'une nouvelle technologie, et facilite généralement l'obtention de l'acceptation généralisée sur le marché de la technologie.
4. En s'appuyant sur les principes du Protocole de vérification générique, un programme d'analyse comparative du rendement pour un groupe de fournisseurs de technologies connexes pourrait élaborer un protocole d'essai et de vérification propre à la technologie.

1.2 Programme VTE canadien

1.2.1 Contexte

Le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE), opérationnel depuis 1998, a été élaboré par Environnement Canada en collaboration avec Industrie Canada et en consultation avec l'industrie canadienne de l'environnement.

1.2.2 Programme de vérification des technologies environnementales

Le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE) est destiné à favoriser la croissance et la possibilité de commercialisation des technologies et des procédés offerts par l'industrie canadienne de l'environnement. Le programme s'appuie sur la réputation du Canada et met l'accent sur ses capacités et sa crédibilité sur le marché de l'environnement. L'initiative de vérification des technologies environnementales, un programme volontaire, a été élaborée pour promouvoir la commercialisation de nouvelles technologies environnementales sur le marché. La vérification donne à l'industrie les outils pour garantir aux acheteurs potentiels que les allégations de performance d'un fournisseur quant à sa technologie environnementale sont valables et crédibles, en se fondant sur des principes scientifiques et techniques sûrs, appuyés par des données d'essais indépendants de qualité.

Les fournisseurs de technologie environnementale s'inscrivent au programme de vérification des technologies environnementales afin de faire vérifier leurs allégations concernant la performance de leurs technologies environnementales. Les fournisseurs de services techniques environnementaux (pour lesquels la performance peut être vérifiée) sont également admissibles à une demande de vérification.

Si l'allégation est vérifiée, le programme VTE canadien remet trois documents à l'entreprise :

- Certificat de vérification;
- Fiche d'information sur la technologie;
- Version définitive du rapport de vérification.

Le fournisseur est autorisé à utiliser le logo du Programme de vérification des technologies environnementales (sous réserve des lignes directrices émises par le programme VTE canadien) pour commercialiser ses technologies sur le marché au Canada et à l'étranger. La fiche d'information sur la technologie, qui est axée sur l'allégation de performance, est publiée sur le site Web du programme VTE canadien.

1.3 Définitions

1.3.1 Technologie environnementale

Aux fins du Programme de vérification des technologies environnementales, les technologies environnementales désignent les produits et les procédés qui offrent un bénéfice environnemental ou qui permettent de résoudre un problème environnemental. Cette définition comprend les produits et les procédés dont le but principal est la protection de l'environnement ou l'assainissement. Elle comprend également les produits ou procédés qui contribuent à une production saine sur le plan environnemental, y compris les autres procédés de production et matières. L'accent est mis sur les technologies environnementales et les services techniques liés aux demandes des industries¹ et des institutions.

Les technologies environnementales traitent une vaste gamme de besoins en matière de conservation et de protection de l'environnement, notamment :

- Prévention de la pollution
- Détection de la pollution et surveillance
- Protection de la santé humaine liée à l'environnement
- Contrôle et traitement de la pollution
- Instruments et systèmes de mesure pour assurer la protection environnementale ou l'assainissement
- Efficacité énergétique/gestion de l'énergie
- Intervention en cas d'urgence
- Gestion des déchets dangereux et non dangereux
- Assainissement et restauration de site
- Gestion des terres et des ressources naturelles
- Réduction, surveillance des gaz à effet de serre

¹ Le Programme de vérification des technologies environnementales n'aborde pas les produits de consommation « écologiques » qui sont traités par le programme de Choix environnemental^{MC}

1.3.2 Services techniques

Aux fins du Programme de vérification des technologies environnementales, les services techniques environnementaux désignent des services qui peuvent faire des allégations fondées uniquement sur la performance mesurable de l'équipement ou de la technologie utilisée. Ces services peuvent être vérifiés de la même façon que les technologies.

On exclut de la prise en compte les services environnementaux fondés sur les personnes; essentiellement tout service pour lequel une vérification strictement axée sur la performance ne serait pas possible. On exclut également la certification des praticiens environnementaux individuels.

1.3.3 Fiches d'information du Programme de vérification des technologies environnementales

Deux fiches d'information de vérification des technologies environnementales sont disponibles. La première est la fiche d'information du Programme de vérification des technologies environnementales qui est publiée par le programme VTE canadien en anglais, en français et en espagnol; elle fournit un aperçu général du Programme de vérification des technologies environnementales. La deuxième est une fiche d'information sur la technologie qui fournit des renseignements propres au fournisseur après l'octroi du diplôme et de la licence dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales. La fiche d'information sur la technologie décrit en détail la vérification de l'allégation de performance, y compris les paramètres particuliers, les conditions de fonctionnement et les applications. Un bref énoncé sur la nature du Programme est également inclus, en plus d'un énoncé des limites de la vérification.

1.3.4 Organisations de vérification (OV)

Les organisations de vérification sont des tierces parties (laboratoires, installations d'essai, services d'examen technique ou spécialistes techniques divers) accréditées, spécialisées et impartiales qui ont passé un contrat de sous-traitance avec le programme VTE canadien pour offrir de l'expertise et des services d'évaluation et de validation. Comme la crédibilité des allégations vérifiées du fournisseur est fondée sur l'évaluation des données et la vérification, les organisations de vérification sous-contractées par le programme VTE canadien doivent posséder l'expertise spécifique liée à la technologie pour pouvoir effectuer la vérification. En outre, une organisation de vérification ne peut pas à la fois générer les données nécessaires et évaluer/valider ces mêmes données pour une allégation de performance, car une telle situation présenterait un conflit d'intérêt relativement à cette vérification.

1.3.5 Certificat de vérification

Un certificat de vérification est attribué aux diplômés par le programme VTE canadien après la validation de leur allégation de performance. Le certificat atteste que le fournisseur a terminé avec succès le Programme de vérification des technologies environnementales. Ce document contient tous les identifiants de l'entreprise/l'organisation du diplômé, une description de la façon dont la technologie a été testée, une référence à la fiche d'information de la vérification, l'allégation de performance vérifiée, la signature autorisée par le programme VTE canadien, un numéro de certificat, une date d'entrée en vigueur et une date d'expiration.

1.3.6 Rapport de vérification

Le rapport de vérification est remis aux fournisseurs par le programme VTE canadien après l'évaluation de leur allégation de performance. Le rapport contient une description détaillée de la technologie; une description détaillée de l'allégation de performance, y compris les paramètres,

les conditions de fonctionnement et les applications spécifiques, les résultats de l'évaluation des données et la validation de l'allégation.

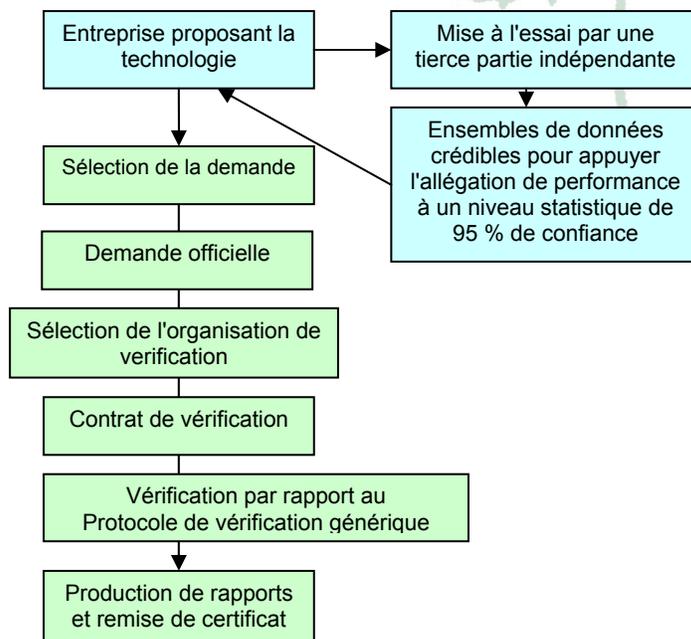
Le logo du Programme de vérification des technologies environnementales n'est pas destiné à être utilisé seul en tant que preuve de la vérification; il doit exclusivement être utilisé conjointement avec l'allégation de performance concernée du fournisseur. Les fournisseurs qui ont réussi la vérification par l'entremise du Programme peuvent utiliser le logo du Programme de vérification des technologies environnementales sous réserve du respect des lignes directrices fournies par le programme VTE canadien.

Exigences du programme et procédures

La vérification de l'allégation de performance d'un fournisseur implique la confirmation d'une allégation quantifiable soutenue par des données fiables. Après un Protocole de vérification générique détaillé et rigoureux, l'organisation de vérification évalue l'intégrité des données fournies et la validité des allégations de performance connexes fondées sur ces données. Pour qu'une allégation soit vérifiée, le programme VTE canadien doit être convaincu que les critères suivants ont été remplis :

- La technologie doit offrir un net avantage pour l'environnement.
- La technologie est fondée sur des principes scientifiques et techniques sûrs.
- L'allégation est entièrement appuyée par des données de qualité générées de façon indépendante et examinées par les pairs qui sont fournies par le candidat ou produites à la demande du candidat par l'entremise d'un programme d'essai exécuté par un organisme d'essai qualifié.
- Les conditions de performance quant à l'allégation sont clairement définies.

Figure 1 : Le processus de vérification



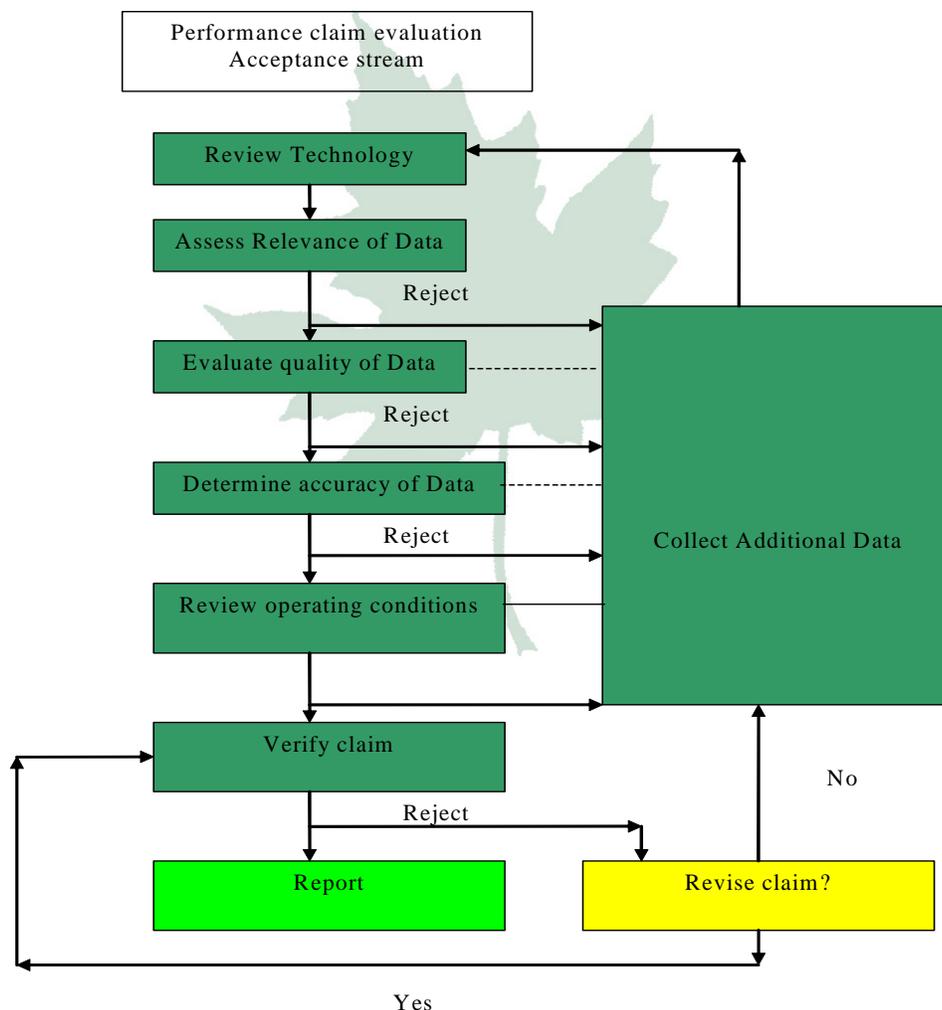
Le processus de vérification d'une allégation par l'entremise du Programme de vérification des technologies environnementales comprend plusieurs étapes.

1. À l'étape de sélection, pour qu'une technologie soit admissible, il doit s'agir d'une technologie environnementale ou d'un service technique environnemental, l'allégation de performance doit (s'il y a lieu) au minimum répondre aux normes canadiennes et/ou lignes directrices nationales pour cette technologie, et la technologie doit être actuellement offerte sur le marché ou prête à des fins commerciales pour une application à pleine échelle. Si la technologie répond à ces critères, le candidat soumet une demande de sélection au programme VTE canadien, laquelle est examinée pour confirmer l'admissibilité et la faisabilité et pour résoudre les conflits d'intérêts qui peuvent exister entre le candidat et le programme VTE canadien. Si la technologie ne répond pas aux critères de préparation commerciale, ou si les données d'essais liées à la technologie sont clairement insuffisantes, alors le candidat est prié de communiquer avec le programme VTE canadien pour obtenir des conseils sur les programmes d'essai à réaliser afin de générer des données pertinentes dans le but de présenter ultérieurement une demande de vérification d'allégation.
2. Si la technologie est admissible à la demande, le candidat soumet une demande officielle qui doit comporter un ensemble complet de renseignements sur la technologie, l'allégation à vérifier et les données et/ou les renseignements qui sont actuellement offerts à l'appui de l'allégation. Des frais standard non remboursables peuvent s'appliquer. Le programme VTE canadien examine la demande officielle, vérifie si elle est complète et détermine si elle peut être acceptée dans le Programme de vérification des technologies environnementales. Si la demande n'est pas acceptée, le candidat peut choisir de soumettre une allégation modifiée ou il peut choisir d'organiser un programme d'essai pour produire des données supplémentaires. Si la demande est approuvée, le programme VTE canadien propose un processus de vérification de l'allégation, qui comprend l'identification d'une organisation de vérification possible et le coût estimé du processus.
3. Avant que des renseignements confidentiels soient fournis à l'organisation de vérification ou au programme VTE canadien, des accords de confidentialité sont signés entre le candidat, l'organisation de vérification et le programme VTE canadien. S'il existe des conflits d'intérêts entre le candidat et l'organisation de vérification, ceux-ci sont résolus. Le candidat conclut un contrat avec le programme VTE canadien qui précise de la portée et les coûts associés au processus de vérification, y compris les coûts administratifs liés au programme VTE canadien.
4. Pendant la vérification, l'organisation de vérification suit les procédures du Protocole de vérification générique. L'organisation de vérification examine tous les renseignements en mettant l'accent sur les données justificatives afin de déterminer si l'allégation est justifiée comme il se doit ou si des données supplémentaires sont nécessaires. L'organisation de vérification prépare un rapport sur les résultats de la vérification, et le soumet au programme VTE canadien et au candidat aux fins d'examen. Si l'allégation ne peut être justifiée, le candidat peut choisir de la modifier afin qu'elle puisse être soutenue par les données existantes. Si d'autres essais sont nécessaires, une mise à l'essai indépendante de la technologie est effectuée par une installation d'essai approuvée ou une installation équivalente, tel qu'il est décrit ailleurs dans le présent Protocole. Les frais occasionnés par les essais supplémentaires sont payés par le

candidat. Le schéma ci-dessous illustre plus en détail la procédure de vérification à ce stade.

5. Au stade de production de rapports et de remise de certificat, quand l'allégation a été vérifiée, une ébauche de rapport de vérification est préparée aux fins d'approbation par le programme VTE canadien et le candidat, des changements sont apportés au besoin, et la version définitive du rapport de vérification est donnée. Le programme VTE canadien prépare une fiche d'information sur la technologie pour accompagner le rapport de vérification et remet le certificat de vérification. Au troisième anniversaire de la remise du certificat, la vérification devra être renouvelée; des frais de renouvellement de licence peuvent s'appliquer. S'il n'y a pas de changements substantiels à la technologie, le renouvellement sera effectué, selon le vœu du diplômé du Programme de vérification des technologies environnementales.

Figure 2 (en anglais seulement) :



1.4 Admissibilité des candidats au Programme de vérification des technologies environnementales

Plusieurs types de candidats sont admissibles au Programme de vérification des technologies environnementales aux fins de vérification :

1. Les fournisseurs de technologie environnementale qui proposent des nouvelles technologies.
2. Les fournisseurs qui offrent des services techniques environnementaux et qui peuvent faire des allégations fondées uniquement sur les performances mesurables de l'équipement ou de la technologie utilisée.
3. Les promoteurs de technologies qui ont une technologie aux premiers stades de développement.

Le programme VTE canadien exerce ses activités au Canada en vertu d'un mandat d'Environnement Canada. Le programme VTE canadien réagit cependant favorablement aux demandes de candidats de l'extérieur du Canada, et l'organisme a déjà vérifié des allégations de performance pour des technologies qui n'étaient pas basées au Canada. De plus, le programme VTE canadien est prêt à prendre en compte les données issues d'un programme d'essai effectué correctement qui n'a pas été effectué au Canada.

Dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales, les données seront évaluées en fonction de la conformité aux exigences du Protocole de vérification générique. De toute évidence, le plan d'essai utilisé pour décrire la mise à l'essai de la technologie doit par conséquent être suffisamment détaillé pour permettre de fournir à l'agent d'essai le nombre exact et l'emplacement des échantillons, les exigences en matière d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité, les exigences analytiques, etc. pour créer des données qui peuvent être vérifiées. Les lignes directrices sur la planification du programme et la rédaction de la création d'un plan d'essai sont fournies par le programme VTE canadien dans le document « Lignes directrices pour l'élaboration d'un programme d'essai ».

1.5 Étapes du programme du programme VTE canadien

- Un dossier complet de renseignements est présenté aux fins d'examen.
- L'organisme d'essai possède les compétences nécessaires pour procéder à l'essai du programme.
- Les laboratoires d'analyse obtiennent l'accréditation pour l'analyse requise dans le cadre de ce programme d'essai.
- Il y a suffisamment de renseignements techniques au sujet de la technologie.
- Il existe des données d'essai crédibles pour les échantillons acquis pour les analyses de laboratoire et pour les données du procédé sur place.
- Après l'analyse numérique des données, la technologie visée par l'allégation de performance est vérifiée.
- Suite à l'examen et/ou à l'analyse numérique, la performance est évaluée en ce qui a trait aux autres paramètres d'intérêt de la technologie.
- Un rapport est préparé par l'organisation de vérification aux fins d'approbation par le programme VTE canadien et par le fournisseur.
- Un certificat de vérification est attribué; il est accompagné de la fiche d'information sur la technologie (qui met en évidence l'allégation de performance vérifiée) et de la version définitive du rapport de vérification.

PARTIE 2 – PROCÉDURE DE VÉRIFICATION

2.0 Examen des documents de la demande

2.1 Documents de la demande

Le programme VTE canadien donne des conseils et travaille avec le fournisseur afin de s'assurer qu'il présente un dossier complet de documents connu sous le nom de « demande officielle ». La demande officielle est ensuite présentée à l'organisation de vérification pour un examen technique complet exécuté conformément aux Procédures du protocole de vérification générique du programme VTE canadien.

L'organisation de vérification commence le processus de vérification en examinant le formulaire de demande officielle et les renseignements et documents s'y rattachant fournis par le candidat et le programme VTE canadien. L'objectif de cette étape est de déterminer si suffisamment de données ou renseignements sont fournis et de veiller à ce que l'organisation de vérification ait assez de renseignements pour bien comprendre les technologies, les essais réalisés et les allégations à vérifier.

2.2 Identification de la demande

Entreprise : _____

Nom du produit : _____

Classification générique et description de la technologie :

2.3 Critères d'examen de la demande

Les critères figurant dans le tableau 1, intitulé « Liste de contrôle – Examen de la demande », seront examinés en détail au cours du processus de vérification. À ce stade, l'organisation de vérification doit vérifier que chaque catégorie d'information soumise est présente et semble être complète. Il est à noter que des éléments facultatifs peuvent être inclus dans la demande officielle; le cas échéant, ils doivent être énumérés et évalués en fonction de leur pertinence ou leur acceptabilité.

L'information doit être fournie de façon à satisfaire l'organisation de vérification. Tous les tableaux, sous forme de listes de contrôle, sont fournis en format électronique à l'organisation de vérification pour être intégrés au rapport de vérification. L'organisation de vérification peut ajouter des courts commentaires écrits directement dans le tableau, et ce, afin de soutenir une réponse « Oui » ou de justifier une réponse « Non ».

Des commentaires plus complets doivent être rédigés sur la liste de contrôle pertinente sur le sujet. Si l'organisation de vérification pense que certains critères sont plus importants que d'autres et qu'ils influencent vivement le résultat de la vérification, alors l'explication des résultats concernés doit être incluse dans l'évaluation et le rapport.

Tableau 1 : Liste de contrôle – Examen de la demande – Renseignements obligatoires

Réf.	Critères	Renseignements fournis	
		Oui ²	Non
1.1	Demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Déclaration relative aux codes et normes signée, soumise avec la demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	La technologie offre un avantage pour l'environnement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Une copie de l'« allégation à vérifier » pour chaque allégation de performance à vérifier est jointe à la demande officielle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	L'allégation de performance est composée d'une façon qui répond aux « critères de qui permettent de définir les allégations » :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.1	Nom de la technologie (et numéro de modèle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.2	Application de la technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.3	Conditions de fonctionnement particulières lors des essais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.4	L'allégation respecte-t-elle les critères minimaux des normes/lignes directrices canadiennes *?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.5	La performance réalisable par la technologie est-elle précisée?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5.6	La performance est-elle mesurable?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Pratiques de fonctionnement standard et description des conditions de fonctionnement pour chaque allégation de performance mentionnée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Le promoteur a fourni des références significatives décrivant ou appuyant les principes scientifiques et techniques de la technologie. (se reporter au chapitre 4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Les noms et coordonnées de deux ou plusieurs experts indépendants (aucun intérêt direct dans la technologie) qualifiés (une expérience à titre d'expert scientifique est nécessaire) afin de discuter de la technologie et des principes techniques sur lesquels elle s'appuie. Ces experts doivent être disposés à communiquer avec l'organisation de vérification.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9	Un bref résumé des problèmes importants liés à la santé et la sécurité humaine et environnementale liés à la technologie. (Remarque : Ce critère complète, mais ne remplace pas l'obligation pour le candidat de présenter une « déclaration relative aux codes et normes » dûment signée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

² Fournir une justification écrite pour tout renseignement lié à une réponse « Oui » ou « Non ».

Le programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Réf.	Critères	Renseignements fournis	
		Oui ²	Non
1.10	Un bref résumé des exigences en matière de formation nécessaires pour le fonctionnement sécuritaire et efficace de la technologie, et une liste des documents disponibles décrivant ces exigences. (Remarque : Ce critère complète, mais ne remplace pas l'obligation pour le candidat de présenter une « déclaration relative aux codes et normes » dûment signée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11	Les organigrammes du processus, les dessins de conception, les photographies, les feuilles de spécification de l'équipement (y compris les paramètres d'intervention et les conditions de fonctionnement), et/ou d'autres renseignements identifiant les processus de l'unité ou les étapes de fonctionnement précises de la technologie. Dans la mesure du possible, une visite du site permettant d'inspecter le procédé devrait faire partie de l'évaluation de la technologie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.12	Les matériaux supplémentaires (facultatifs) qui ont été fournis, et qui offrent un aperçu supplémentaire de l'intégrité de l'application de la technologie et de la performance, y compris un ou plusieurs des éléments suivants :		
	Une copie de brevet(s) pour la technologie, brevet en attente ou déposé.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Guide(s) de l'utilisateur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Manuels d'entretien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Guides de l'opérateur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Procédures d'assurance de la qualité.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Programme d'étalonnage des capteurs/moniteurs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Certification ISO 9001, ISO 14000, ou programme similaire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Renseignements des fiches signalétiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Renseignements sur le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan de santé et de sécurité.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan d'intervention en cas d'urgence.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Équipement de protection défini.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Brochures techniques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13	Le candidat a fourni la documentation et les données adéquates. Il y a suffisamment d'information sur la technologie et l'allégation de performance pour vérifier l'allégation de performance. [S'il y a lieu, l'organisation de vérification doit communiquer avec le programme VTE canadien pour demander des copies de la documentation nécessaire et les données requises qui sont accessibles pour appuyer les allégations.]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.4 Compétences et indépendance de l'organisme d'essai et du laboratoire d'analyse

L'objectif de la vérification est d'établir la crédibilité de l'allégation du fournisseur. Par conséquent, le point de départ est au moment de la mise à l'essai, de la collecte des données et de l'analyse des échantillons. Le programme d'essai nécessite la participation d'une tierce partie, soit par l'intermédiaire d'un organisme d'essai ou par la participation aux essais effectués par le fournisseur, par un expert qualifié indépendant du fournisseur.

2.4.1 Compétences et indépendance des agents d'essai

La participation d'un organisme d'essai ou d'un expert indépendant est obligatoire, et aux fins du présent Protocole, les deux seront désignés par l'expression « organisme d'essai ». Il est conseillé que le choix par le fournisseur d'un organisme d'essai indépendant et impartial soit accompli en consultation avec le programme VTE canadien. L'organisme d'essai (préqualifié) devra revoir le présent protocole d'essai en détail et effectuer les essais de vérification selon le plan d'essai. Il incombe à l'organisme d'essai d'exploiter la technologie et d'assurer son entretien conformément au manuel de fonctionnement et d'entretien du fournisseur. S'il y a lieu, l'organisme d'essai peut apporter des modifications au plan d'essai existant. Les modifications devront être consignées et réalisées en consultation avec le programme VTE canadien avant la mise en œuvre des essais. Après l'exécution de l'essai, l'organisme d'essai doit préparer et présenter un rapport sur les données d'essai qui intègre les données d'essai dans leur forme d'origine (c.-à-d., données non consolidées, moyenne, ou différentes des données à l'état « brut ». Le rapport sur les essais est soumis au propriétaire de la technologie, qui le transmet ensuite au programme VTE canadien.

2.4.2 Compétences et indépendance du laboratoire d'analyse

Les échantillons doivent obligatoirement être soumis à un laboratoire accrédité, qui a obtenu la certification pour l'analyse de paramètres précis par l'Association canadienne des laboratoires d'analyse de l'environnement (ACLAE) et également accrédité à la norme ISO 17025 - Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. Le laboratoire doit être doté d'un plan d'assurance de la qualité (AQ) bien développé. Il appartient au laboratoire d'appliquer et exécuter les procédures analytiques adéquates qui sont conformes aux principes généralement acceptés de bonnes pratiques de laboratoire et de contrôle de la qualité. Un équipement de laboratoire adéquat doit être fourni pour analyser les échantillons. La chaîne de possession et les comptes rendus des procédures analytiques doivent être tenus à jour tout au long du processus. Cela est utile si le laboratoire a des expériences connexes avec des projets similaires.

2.4.3 Programmes d'essai qui n'impliquent pas un laboratoire d'analyse

Selon la nature de la technologie, les mesures peuvent ne pas exiger les services d'un laboratoire d'analyse. Dans le plan d'essai, cette information doit être fournie dans la section qui décrit la méthode d'acquisition des données. Le principal objectif de chaque plan d'essai devrait être de produire des données crédibles. Le promoteur devrait expliquer le plan pour atteindre cet objectif.

2.5 Type de technologie : Protocole de vérification spécifique et documents supplémentaires

Le Protocole de vérification générique (PVG) du programme VTE canadien ne couvre pas toutes les technologies ou procédés qui peuvent nécessiter une vérification des performances. Le Protocole de vérification générique décrit les principes de vérification, de sorte que lorsqu'un protocole de vérification propre à une technologie doit être rédigé, le cadre de travail de base peut être obtenu dans le Protocole de vérification générique. Si des documents supplémentaires sont nécessaires, le fournisseur, le programme VTE canadien et l'organisation de vérification en discuteront.

2.6 Examen de la conformité par rapport à l'analyse comparative du rendement

En plus des vérifications propres à la technologie, le programme VTE canadien offre des services d'analyse comparative du rendement fondée sur le secteur et le programme. Ces services répondent à la nécessité d'élaborer des critères de rendement acceptables qui peuvent être utilisés pour un groupe d'intervenants qui ont les mêmes exigences en matière de technologie.

Des groupes tels que les associations commerciales provinciales ou nationales peuvent collaborer avec le programme VTE canadien afin d'élaborer des exigences de rechange ou supplémentaires en matière de vérification du rendement pour un type de technologie que bon nombre de leurs membres envisagent d'acheter. Par exemple, il se peut que les gestionnaires des parcs de véhicules trouvent plusieurs fournisseurs proposant de l'équipement de réduction des émissions à installer sur les véhicules existants.

3.0 Examen de la technologie

3.1 Fondements scientifiques et techniques

Chaque vérification doit fournir une preuve démontrant que la technologie à vérifier est fondée sur des principes scientifiques et techniques sûrs. L'organisation de vérification doit confirmer que l'information a été fournie ou que les références assurent une bonne compréhension de la technologie du candidat, y compris les principes de fonctionnement scientifiques et techniques.

Les publications scientifiques revues par des pairs sont généralement reconnues comme étant la forme de référence de la plus haute qualité et, le cas échéant, devraient être fournies ou référencées avec la demande. Les documents présents dans les rapports écrits aux fins d'examen par des experts techniques peuvent également représenter une source. Les principes techniques peuvent être expliqués en détail par le promoteur, ou par voie de référence à un manuel. Si le manuel n'est pas largement disponible, il se peut que l'organisation de vérification exige que le promoteur fournisse une copie de ce dernier. L'objectif consiste à transmettre les renseignements généraux essentiels afin que l'évaluateur comprenne entièrement la technologie à examiner. En outre, le promoteur devrait fournir une liste de référence des articles techniques et des règlements pertinents ou des normes qui sont pertinents dans le cadre de l'allégation de performance. L'organisation de vérification doit confirmer que les renseignements fournis sont complets et exacts, tel qu'il est déterminé sur la base du meilleur jugement professionnel.

Il sera nécessaire pour l'organisation de vérification de lire les principaux articles, de consulter les organigrammes du processus, les fiches de spécification de l'équipement, etc. fournis par le promoteur et les autres citations figurant dans la demande (p. ex., documents techniques, manuels, etc.). Dans certains cas, il pourra être avantageux de communiquer avec un expert

indépendant pour obtenir des renseignements supplémentaires. L'organisation de vérification peut également communiquer avec les références du fournisseur, y compris les références de clients, le cas échéant. Les ébauches de documents, les rapports dans la presse écrite, et les autres textes peuvent également s'avérer utile pour déterminer les principes scientifiques d'une technologie, mais ils ne portent pas la substance ou la qualité de la documentation examinée par les pairs. Par exemple, dans le cas d'une technologie de traitement, le candidat/promoteur peut inclure des mesures équilibrées d'entrées et de sorties, l'énergie et l'eau et les organigrammes du processus. En résumé, les documents techniques et de référence choisis doivent être fournis par le promoteur pour qu'ils puissent être utilisés directement et indirectement à l'appui de l'allégation.

Une situation où des principes scientifiques et techniques ne seraient pas évidents est une situation où une technologie établie offre un rendement et un fonctionnement connus dans des conditions de théorie corroborée, mais elle est nouvellement étendue à des conditions qui requièrent l'adoption de principes scientifiques ou techniques innovants. Bien qu'un certain rendement ait été caractérisé par un programme d'essai expérimental, la théorie sous-jacente n'est peut-être pas bien comprise. On peut également prendre l'exemple d'un cas où l'énergie ou les bilans massiques ne sont pas réalisables. Dans ces cas-là, l'organisation de vérification doit utiliser le meilleur jugement professionnel, en consultation avec le programme VTE canadien.

Si l'organisation de vérification a des questions concernant les fondements scientifiques de la technologie, elle doit soit lancer une discussion avec le promoteur ou demander au programme VTE canadien de faciliter une demande pour obtenir de plus amples renseignements. Le cas échéant, cela doit être effectué dès que possible dans le processus de vérification. Si l'organisation de vérification ne pense pas que la documentation et les preuves sont suffisantes pour expliquer les principes scientifiques, alors elle doit inclure dans le rapport final une explication de la base de vérification de l'allégation, et décrire également les principes scientifiques et techniques de base qui ne sont pas suffisamment décrits par le promoteur ou qui ne sont pas bien compris par l'organisation de vérification. L'organisation de vérification doit utiliser le meilleur jugement professionnel dans cette situation.

Dans les cas où les principes scientifiques et techniques ne sont pas bien compris, il est essentiel aux fins du processus décisionnel que les données et les conditions dans lesquelles ils ont été acquis (p. ex. les échantillons appropriés et les procédures de transport des échantillons) présentent une grande intégrité et une qualité et une reproductibilité intrinsèques. La validité des données pourrait représenter un facteur majeur quand l'expert de l'organisation de vérification doit déterminer si la technologie est basée sur des principes scientifiques sûrs.

La validité des données (abordée de façon plus approfondie au chapitre 4) peut être établie en fonction des critères suivants :

- Existence de suffisamment de données de référence aux fins de comparaison et qui sont complètes et représentatives du cas de référence
- Données opérationnelles fiables
- Démonstration des répercussions de la variabilité des entrées ou du processus
- Conception expérimentale pertinente et conditions d'essai adéquates – Protocole d'échantillonnage et procédures d'analyse adéquates; équipement d'analyse étalonné
- Fonctionnement de la technologie surveillé et enregistré pendant les essais
- Procédures d'assurance et de contrôle de la qualité

- Documentation complète et chaîne de possession complète
- Entrevues (avec les références du fournisseur) : Un bref rapport doit être rédigé si l'organisation de vérification a interrogé les personnes-ressources de référence données par le fournisseur.

3.2 Fonctionnement et entretien

L'exploitation des unités vérifiées est généralement fondée uniquement sur les conditions de fonctionnement de la technologie pendant la période d'essai. La vérification ne tient pas compte directement des problèmes d'entretien étant donné qu'ils ne font habituellement pas partie de la mise à l'essai.

3.3 Critères d'examen de la technologie

Le tableau 2 doit être rempli pour chaque allégation de performance liée à une technologie environnementale (ou groupe d'allégations). Si l'organisation de vérification considère que certains critères sont particulièrement importants, ou si elle a d'autres commentaires, ces renseignements doivent être consignés et intégrés à l'évaluation et au rapport. Des commentaires courts peuvent être intégrés directement au texte de la liste de contrôle, et les questions qui ne sont pas applicables doivent être notées.

Tableau 2 Liste de contrôle – Critères d'examen de la technologie

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
Description de la technologie			
2.1	Technologie fondée sur des principes scientifiques et techniques. (L'organisation de vérification devra lire les principaux articles et les citations figurant dans la demande officielle. Elle devra peut-être également communiquer avec les experts indépendants figurant dans la demande officielle pour obtenir des renseignements supplémentaires.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Technologie appuyée par une documentation technique ou des références examinées par les pairs. (La documentation et les textes examinés par les pairs doivent être fournis avec la demande officielle, ainsi que les règlements et normes de qui sont pertinents à l'allégation de performance)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Technologie conçue, fabriquée et/ou utilisée de façon fiable. (Les données historiques du candidat non conformes à tous les critères relatifs aux données peuvent être utiles à l'organisation de vérification pour évaluer la viabilité de la technologie, pas dans le cadre de la vérification, mais aux fins d'information.) ⁴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

³ Fournir une justification écrite pour les critères non satisfaits.

⁴ Veuillez également noter : **L'organisation de vérification doit utiliser le meilleur jugement et appliquer les normes pertinentes du secteur de la technologie pour évaluer globalement si la technologie a été conçue et fabriquée d'une manière acceptable. L'évaluation critique des matériaux et appareils utilisés dans la technologie est au-delà de la portée du programme de**

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
2.4	Technologie conçue pour fournir un avantage environnemental et qui n'entraîne pas d'autre problème environnemental. (p. ex., elle ne crée pas de sous-produit plus dangereux et non gérés et elle n'entraîne pas le transfert d'un problème environnemental d'un milieu à un autre sans gestion appropriée des milieux contaminés subséquents)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	La technologie est conforme aux normes relatives à la santé et la sécurité des travailleurs et du public. ⁵ Le fournisseur doit soumettre une « déclaration relative aux codes et normes » signée avec la demande officielle. Le rôle de l'organisation de vérification est de veiller à ce que le document signé soit joint aux renseignements qui sont examinés dans le cadre de la vérification de l'allégation de performance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

vérification des technologies environnementales. Toute évaluation de l'intégrité de la fabrication des composants technologiques doit être effectuée par des membres du personnel dont l'expérience et l'expertise les rendent admissibles à entreprendre cette activité. Il n'incombe pas à l'organisation de vérification d'évaluer l'intégrité des matériaux et des substances utilisés dans la fabrication de la technologie, et d'évaluer tout élément ne visant pas à comprendre leur utilisation et leurs conséquences sur le rendement de la technologie.

Il appartient au fournisseur de s'assurer que les règlements et les lignes directrices applicables sont respectés en ce qui a trait à l'application de la technologie. Le fournisseur doit soumettre une « déclaration relative aux codes et normes » signée, généralement avec la demande officielle. Le rôle de l'organisation de vérification est de veiller à ce que le document signé soit joint aux renseignements qui sont examinés pendant la vérification de l'allégation de performance.

La vérification de l'allégation par l'organisation de vérification ne représente pas une garantie de la performance ou de la sécurité de l'équipement ou du procédé. L'organisation de vérification ne peut être tenue responsable d'aucune façon si l'appareil ou le procédé ne fonctionne pas comme annoncé par le fournisseur ou comme l'attend le consommateur. L'organisation de vérification ne peut être tenue responsable des blessures aux personnes ou à la propriété résultant de l'utilisation de l'équipement ou du procédé.

⁵ Aux fins du programme de vérification des technologies environnementales, les questions de santé et de sécurité ont été définies comme un critère subjectif, ce qui nécessite un jugement de valeur de la part des évaluateurs quant à l'intégrité et la fiabilité d'une partie ou la totalité des documents liés à la santé et la sécurité fournis par le candidat. À ce titre, l'organisation de vérification ne peut assumer aucune responsabilité en ce qui concerne l'évaluation selon le « meilleur jugement professionnel » de la technologie avec ces critères.

(suite de la note de bas de page 5 de la réf. 2.5) La validation essentielle des aspects de la santé et de la sécurité de la technologie du fournisseur est hors de la portée du programme de vérification des technologies environnementales. Toute validation des problèmes de santé et de sécurité doit être effectuée par des membres du personnel dont l'expérience et l'expertise les rendent admissibles pour effectuer ces activités. Le personnel des organisations et organismes indiqués [p. ex., Santé et Bien-être social Canada (SBSC), les ministères provinciaux de la main-d'œuvre, l'association de prévention des accidents industriels (APAI), [États-Unis] Occupational Safety and Health Association (NAOSH), les organismes de contrôle de la pollution de l'eau, les ministères de la santé de la province et de l'État, les

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
Normes environnementales			
2.6	La technologie respecte les règlements ou les lignes directrices fédérales, provinciales ou municipales relatives à la gestion des sols contaminés et/ou traités, des sédiments, des boues, ou d'autres matériaux en phase solide.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	La technologie respecte les règlements ou les lignes directrices fédérales, provinciales ou municipales relatives aux déversements en milieu aquatique (contaminés et/ou traités) tel qu'il est déterminé par les renseignements des candidats.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	La technologie respecte les règlements ou les lignes directrices fédérales, provinciales ou municipales relatives à toutes les émissions atmosphériques (directes ou indirectes). Si la technologie environnementale entraîne le transfert de contaminants directement ou indirectement dans l'atmosphère, alors, au besoin, tous les règlements et les lignes directrices (à tous les niveaux de gouvernement) concernant la gestion des émissions atmosphériques doivent être respectés dans les renseignements du candidat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Préparation commerciale			
2.9	La technologie et tous les composants (appareils, procédés, produits) sont disponibles commercialement à pleine échelle (ou autrement voir 2.10 et 2.11), et les données fournies à l'organisation de vérification découlent de l'utilisation ou la démonstration d'une unité commerciale.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

associations de protection contre les incendies, etc.] peut être en mesure d'offrir des conseils ou des services techniques sur ces questions. Il n'appartient **PAS** à l'organisation de vérification de valider les aspects relatifs à la santé et à la sécurité de la technologie.

Le fournisseur doit s'assurer que les règlements et les lignes directrices sont respectés dans l'application de la technologie. L'organisation de vérification peut demander au candidat d'autres confirmations écrites attestant que l'entreprise a suffisamment de documents pour traiter les problèmes et exigences liés à la santé et la sécurité des travailleurs relativement à l'utilisation de la technologie, notamment un plan d'intervention en cas d'urgence.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
2.10	<p>La technologie correspond à la conception finale du prototype avant la fabrication ou l'approvisionnement d'unités commerciales, ou autrement voir 2.11.</p> <p>Remarque : La vérification de l'allégation de performance relative à la technologie est valide si elle est basée sur un prototype, si ce prototype correspond à la conception finale et représente une unité précommerciale. La vérification s'appliquera à toute autre unité commerciale basée sur la conception du prototype. La vérification ne sera pas valide pour une unité commerciale qui comprend une modification de la conception de la technologie du prototype utilisé pour produire les données justificatives aux fins de vérification.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.11	<p>La technologie est une unité pilote à l'échelle qui sert à fournir des données qui, lorsqu'elles sont utilisées avec des facteurs de mise à l'échelle démontrés, prouvent que l'unité commerciale satisfait aux critères de l'allégation de performance.⁶</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conditions de fonctionnement			
2.12	<p>Toutes les conditions de fonctionnement qui ont une incidence sur la performance de la technologie et l'allégation de performance ont été relevées.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13	<p>Les rapports entre les conditions de fonctionnement et leurs répercussions sur la performance de la technologie ont été relevées.</p> <p>Remarque : Il appartient à l'organisation de vérification de mieux comprendre le rapport entre les conditions de fonctionnement et la performance de la technologie et de veiller à ce que les répercussions des conditions de fonctionnement et les réponses de la technologie soient compatibles.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁶ Dans des situations exceptionnelles, les données d'une unité pilote à l'échelle peuvent être utilisées pour valider une allégation de performance. Cette situation peut être autorisée si l'unité pilote à l'échelle est un modèle « réduit » d'une unité commerciale de pleine taille et si les facteurs techniques de mise à l'échelle ont été fournis par le candidat dans le cadre du processus de vérification. La vérification de l'allégation de performance doit inclure la validation des facteurs de mise à l'échelle.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
2.14	<p>La technologie est conçue pour répondre de façon prévisible dans les conditions normales de fonctionnement (c.-à-d. les conditions énoncées dans le point 2.12), ou autrement voir 2.15.</p> <p>Remarque : L'organisation de vérification doit être convaincue que ces données ne permettent pas de faire preuve d'une performance qui est différente de la performance indiquée dans l'allégation de performance qui doit être validée.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15	<p>Les effets de la variation des conditions de fonctionnement, y compris le démarrage et l'arrêt, sont importants pour la performance de la technologie et ont été décrits complètement comme qualificatif de l'allégation de performance en cours d'évaluation.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paramètres de débit			
2.16	<p>Les effets de la charge variable de contaminants ou du taux de débit doivent être évalués et des limites d'entrées et de sorties doivent être établies pour la technologie.</p> <p>Remarque : Si l'application de la technologie concerne une source de déchets ou des conditions de fonctionnement prévues (conçues), il sera nécessaire d'établir des limites supérieures et inférieures acceptables pour les conditions de fonctionnement, les applications et (ou) les réponses de la technologie. Des données de qualité suffisantes doivent être fournies pour valider la performance de la technologie à la limite supérieure et la limite inférieure des conditions de fonctionnement, des applications et des réponses de la technologie détaillées dans l'allégation de performance.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Autres paramètres/variables/conditions de fonctionnement pertinents</p> <p>L'organisation de vérification doit comprendre la technologie et identifier et consigner tous les critères pertinents, les paramètres, les variables ou conditions de fonctionnement qui pourraient influencer ou avoir des répercussions sur la performance de la technologie en cours d'évaluation. Il est pratique d'inclure la totalité de ces variables dans le tableau 2 (de 2.17 à...).</p>			
2.17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ³
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2...	Continuer sur les pages ci-jointes, au besoin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 Fournir une justification écrite pour les critères satisfaits ou non.



4.0 Examen du plan d'essai, exécution des essais et données

4.1 Examen du plan d'essai et exécution du plan d'essai

Comparez les activités effectuées au cours de l'essai et le premier plan d'essai. Si la mise en œuvre du plan d'essai diffère du plan initial, les différences doivent être notées et les répercussions sur l'allégation de performance devraient faire l'objet d'explications.

4.2 Examen des données d'origine

Les allégations de performance doivent être appuyées par des données de tierce partie examinées par des pairs. Les exigences relatives à la qualité des données sont énumérées ci-dessous :

L'évaluation des données analytiques implique plus d'un examen des résultats sommaires des essais analytiques. L'organisation de vérification évaluera la pertinence des données à l'aide des critères suivants :

1. Données pertinentes pour les essais liés à l'allégation de performance.
2. Échantillons représentatifs des caractéristiques du procédé aux emplacements spécifiés.
3. Échantillons représentatifs des conditions d'essai.
4. Échantillons représentatifs des conditions de fonctionnement appropriées.
5. Nombre suffisant d'échantillons.
6. Les échantillons et données préparés par un agent d'essai indépendant de tierce partie ou par le biais d'observations sur le site du programme d'essai entrepris par le fournisseur et effectué par un agent d'essai indépendant.

La qualité des données analytiques fournies sera évaluée en fonction des critères suivants :

7. Méthodes de collecte d'échantillons appropriées.
8. Appareils ou installations pour l'essai adaptés à la production de données.
9. Conditions de fonctionnement pendant l'essai surveillées et documentées de façon adéquate.
10. Conditions de fonctionnement et équipement de mesure mesurés/étalonnés à une fréquence suffisante.
11. Procédures d'assurance de la qualité/contrôle acceptables suivies pendant la collecte des échantillons.
12. Méthode de la chaîne de possession utilisée pour la manipulation et l'analyse des échantillons.

Cette étape du processus de vérification comprend un examen de la conception de l'étude de vérification, la validité des données et l'acceptabilité concernant les allégations de performance de la technologie. L'objectif de cette étape est de s'assurer que les ensembles de données liés à la technologie répondent aux critères de vérification.

4.2.1 Identification des ensembles de données

Il est essentiel pour toutes les données utilisées dans la vérification que les renseignements suivants (au moins) soient inclus.

Titre de l'ensemble de données : [concis et facilement compréhensible]

Date de l'ensemble de données : _____

Agent d'essai

Site d'essai :

Laboratoire d'essai

4.3 Examen des documents provenant d'autres institutions

L'ensemble de données de vérification présenté dans la demande officielle du client peut être composé d'ensembles de données provenant d'autres institutions. Toutefois, ces institutions doivent être accréditées pour les essais effectués. Une preuve d'absence de conflit d'intérêt entre l'institution et le promoteur ainsi que la présentation des rapports officiels sur les essais de l'institution sont essentielles, tout comme les renseignements et formulaires liés à la chaîne de possession, le cas échéant. Les données brutes (dans la mesure du possible) peuvent également s'avérer nécessaire dans un examen.

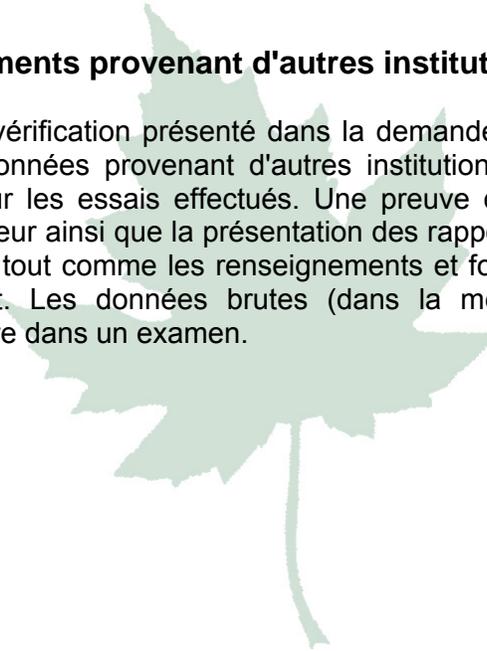


Tableau 3 : Liste de contrôle – Critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ⁷
3.1	Un statisticien, ou un expert spécialisé dans la conception d'expériences, a-t-il été consulté avant de mener à bien le programme d'essai et, si tel est le cas, veuillez fournir les renseignements sur les personnes-ressources. ⁸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Une ou plusieurs hypothèses testables sur le plan statistique ont-elles été fournies? (de sorte qu'un essai objectif et précis soit possible) ⁹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3a-c	Est-ce que l'étude de vérification produit des données appropriées pour mettre à l'essai l'hypothèse postulée? ¹⁰ À savoir :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3a	Est-ce que l'étude mesure les paramètres utilisés dans l'hypothèse de l'allégation de performance?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3b	Est-ce que l'étude contrôle la variabilité parasite?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3c	Est-ce que l'étude comprend uniquement les effets attribuables à la technologie environnementale évaluée?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Est-ce que l'étude de vérification produit des données appropriées pour effectuer une analyse en utilisant les feuilles de travail d'analyse statistique? (c.-à-d. qu'il est préférable que les essais aient été conçus avec les feuilles de travail d'analyse statistique à l'esprit avant la rédaction des plans de mise à l'essai)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	Est-ce que l'étude de vérification génère des données appropriées pour l'analyse au moyen d'autres concepts expérimentaux génériques (analyse de la variance, etc.)? (De toute évidence, les études de vérification doivent être conçues en gardant à l'esprit l'analyse finale des données destinée à faciliter l'interprétation et à réduire les coûts.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁷ Fournir une justification écrite pour les critères satisfaits ou non.

⁸ Un expert statisticien peut aider à déterminer quelles variables expérimentales doivent être contrôlées et surveillées pendant la conception expérimentale de façon à pouvoir à défendre une demande de vérification.

⁹ L'hypothèse que les feuilles de calcul d'analyse statistique mettront à l'essai sera au format général :

Quel est le degré de confiance autour d'un résultat mesuré?

Une moyenne est-elle égale à une valeur spécifiée?

Une valeur médiane est-elle égale à une valeur spécifique?

Moyenne 1 = Moyenne 2?

Médiane 1 = Médiane 2?

Écart 1 = Écart 2?

Un procédé peut-il modifier un influent/produit/déchet de « P » pour cent?

Deux mesures appariées sont-elles différentes?

¹⁰ Remarque : Lorsqu'on ne dispose pas de données sur un paramètre particulier, il est possible d'utiliser des données sur un paramètre de substitution qui a une corrélation connue avec le paramètre non mesuré. Dans ce cas, la corrélation doit être définie clairement, démontrée et fondée sur des principes scientifiques, techniques et/ou mathématiques sûrs. Le candidat doit soumettre ces données pour ses ensembles d'essais.

3.6	Les paramètres appropriés, propres à la technologie et l'allégation de performance ont-ils été mesurés? (Il est essentiel que l'organisation de vérification et le développeur de la technologie s'assurent que tous les paramètres (p. ex., la température, etc.) qui pourraient avoir une incidence sur l'évaluation de la performance soient limités à des conditions de fonctionnement précisées au préalable ou soient mesurés.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7a-d	Les échantillons sont-ils représentatifs des caractéristiques du procédé à des emplacements précis ?, à savoir :		
3.7a	Les échantillons sont-ils recueillis de manière à ce qu'ils soient représentatifs des caractéristiques habituelles du procédé sur les sites d'échantillonnage, par exemple les échantillons sont recueillis à partir de la source des cours d'eau totalement mixtes, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7b	Les données sont-elles représentatives de la technologie actuelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7c	Les échantillons ont-ils été prélevés après une période suffisamment longue pour que le procédé se stabilise?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7d	Les échantillons ont-ils été prélevés au cours d'une période suffisamment longue pour s'assurer que les échantillons sont représentatifs de la performance du procédé?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8	Les échantillons sont-ils représentatifs des conditions de fonctionnement? Remarque : Il y a un temps de décalage entre l'établissement de l'état d'équilibre et la stabilisation de la performance du procédé observée. Ce décalage dépend en partie de l'échelle de temps qui s'applique au procédé. (p. ex., pour un système de débit de réacteur piston, l'échelle temporelle est déterminée par le temps de séjour des contaminants dans le réacteur. Il est courant qu'au moins trois temps de séjour soient nécessaires pour parvenir à une stabilisation efficace. Par conséquent, si l'échantillonnage a été effectué à partir d'un réacteur piston, l'échantillonnage doit seulement commencer après au moins trois temps de séjour hydrauliques, et les essais doivent se poursuivre pendant au moins trois autres temps de séjour, afin de s'assurer que l'ensemble des données agrégées est représentatif de la performance du procédé.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9	Les échantillons sont-ils représentatifs des conditions de fonctionnement connues, mesurées et appropriées? (Nota : Cela inclut les technologies qui agissent en cycle court et qui ont des cycles de démarrage et d'arrêt qui ont une incidence sur le fonctionnement de la technologie.) Si les conditions de fonctionnement ne sont pas vitales mais qu'elles sont recommandées, alors l'examineur doit évaluer les conditions de fonctionnement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.10	Des échantillons et des données ont-ils été préparés ou fournis par une tierce partie? (Nota : Dans certains cas, lorsque l'expertise est entre les mains du candidat, un tiers impartial et indépendant devrait assister à la collecte de renseignements et de données sur la technologie et les vérifier. Ce témoin ne doit pas avoir d'intérêts directs dans la technologie.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11a-c	La conception de l'étude de vérification est acceptable. À savoir :		
3.11a	Les échantillons ont été prélevés au moment où la technologie était exploitée dans des conditions contrôlées et surveillées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11b	La conception de l'étude de vérification devrait avoir été établie avant l'essai pour s'assurer que les données ont été recueillies en adoptant une approche systématique et rationnelle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11c	La conception de l'étude de vérification devrait avoir défini les valeurs ou les plages de valeurs acceptables pour les principales conditions de fonctionnement, et la collecte de données et la méthode d'analyse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4 Liste de contrôle – Validité des données

Les critères de la liste de contrôle liée à la validité des données aident l'organisation de vérification à déterminer si une référence représente les conditions décrites dans l'allégation de performance. La liste de contrôle liée à la validité des données permet aussi de constater si des échantillons ont été recueillis, transportés et analysés de façon à ne pas présenter des variables parasites excessives.

Tableau 4a : Liste de contrôle – Validité des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹¹
4.1	A-t-on utilisé des méthodes de collecte d'échantillons appropriées (p. ex. aléatoire, jugement, systématique, etc.?). Par exemple : les échantillons ponctuels sont pertinents si les caractéristiques du procédé à un site d'échantillonnage demeurent constants au fil du temps. À l'inverse, les composites d'aliquotes pourraient convenir pour les flux portant des caractéristiques de procédé fluctuant à un site d'échantillonnage. Remarque : Les méthodes d'échantillonnage appropriées pour des procédés précis peuvent parfois être décrites dans les règlements de surveillance fédéraux, provinciaux ou locaux.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Les appareils et/ou installations pour réaliser les essais étaient-ils appropriés pour produire des données pertinentes? (p. ex. les essais ont été menés à un endroit et dans des conditions de fonctionnement et des conditions environnementales pour lesquelles l'allégation de performance a été définie).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Les conditions de fonctionnement pendant l'essai ont-elles été surveillées, documentées et communiquées?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	L'information et/ou les données sur les conditions de fonctionnement et les mesures et l'étalonnage du matériel de mesure ont-elles été fournies à l'organisation de vérification?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5	Des protocoles acceptables ont-ils été utilisés pour le prélèvement, la préservation et le transport des échantillons (les protocoles acceptables comprennent ceux élaborés par une autorité compétente dans les essais environnementaux et reconnue, p. ex. un organisme de réglementation provincial, les normes ASTM, l'Environmental Protection Agency des États-Unis, des méthodes standard)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹¹ Fournir une explication écrite pour les critères satisfaits ou non.

4.6	<p>Les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (p. ex. utilisation d'échantillons-témoin, de normes, de réplicats, de validation par un ajout connu, etc.) ont-elles été suivies pendant le prélèvement de l'échantillon?</p> <p>Un programme officiel d'assurance de la qualité/contrôle, bien qu'il soit très souhaitable, n'est pas essentiel, si l'information du fournisseur a démontré que l'assurance de la qualité a été appliquée à la production de données et à la collecte des données.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7	<p>Les échantillons ont-ils été analysés en utilisant des protocoles d'analyse approuvés?</p> <p>(p. ex., les échantillons ont été analysés à l'aide d'un protocole reconnu par une autorité dans les essais environnementaux telle que les méthodes standard, l'Environmental Protection Agency des États-Unis, les normes ASTM, etc. Les analyses chimiques sur le site étaient-elles en conformité avec les procédures normalisées d'exploitation (PNE)?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8	<p>Les échantillons ont-ils été analysés selon les délais d'analyse recommandés (en particulier en ce qui concerne les analyses sensibles comme les bactéries)?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 a-e	<p>Les procédures d'assurance de la qualité/contrôle ont-elles été suivies au cours de l'analyse d'échantillons, notamment?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9a	Graphiques de contrôle tenus à jour.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9b	Établissement de limites de détection minimales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9c	Établissement de valeurs de rétablissement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9d	Détermination du niveau de précision des résultats d'analyse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9e	Détermination de l'exactitude des résultats d'analyse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 a-c	<p>Une méthode de chaîne de possession (traçage complet de l'échantillon de la collecte à l'analyse) a-t-elle été utilisée pour la manipulation et l'analyse des échantillons? À savoir :</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10a	<p>Les formulaires de chaîne de possession utilisés pour chaque échantillon soumis du terrain au laboratoire d'analyse fourni pour les activités d'inspection de l'organisation de vérification ont-ils été remplis et signés?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10b	<p>Les carnets d'observations remplis et facilement lisibles sont-ils disponibles pour que l'organisation de vérification les inspecte?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.10c	Y a-t-il d'autres mesures et documents consignés/disponibles liés à la méthode de chaîne de possession (p. ex. étiquettes d'échantillon, sceaux d'échantillon, feuille de soumission des échantillons, journal de réception des échantillons et affectation aux fins d'analyse)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.11	Ensemble de données expérimentales acceptable. (la qualité des données contenues dans l'allégation est établie à l'aide du meilleur jugement professionnel de l'organisation de vérification)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Données de surveillance à distance (p. ex. télémessure)

L'intégrité des données générées dans les sites qui nécessitent que les données soient transmises électroniquement de l'instrument sur place au site qui reçoit les données (nœud) doit être évaluée. Le tableau 4b décrit en détail les domaines d'intégrité des données nécessitant une évaluation par l'organisation de vérification.

Tableau 4b : Données de la télédétection

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹²
4.12	Est-ce que le dispositif de données à distance (p. ex. compteur) authentifie tous les nœuds d'envoi et de réception avant le transfert des données?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13	Les données envoyées à partir du dispositif de surveillance à distance sont-elles chiffrées pendant le transfert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.14	Les données sont-elles reçues avec une intégrité totale?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.15	Quelles méthodes peuvent démontrer que les données sont reçues avec une précision égale à 100 %?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.16	Les meilleures pratiques en matière d'ensembles de données à distance expérimentaux sont acceptables. (la qualité des données contenues dans l'allégation est établie à l'aide du meilleur jugement professionnel de l'organisation de vérification)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarque : Selon la nature de la vérification, les listes de vérification peuvent devoir être modifiées et/ou de nouvelles questions élaborées en fonction de la discussion avec Le programme VTE canadien et le fournisseur.

¹² Fournir une explication écrite pour les critères satisfaits ou non.

5.0 ANALYSE STATISTIQUE

Les vérifications du programme VTE canadien exigent dans la plupart des cas que les données d'essai indiquent que l'allégation de performance est statistiquement significative à 95 %. Par conséquent, les données recueillies à partir de la mise à l'essai de la technologie doivent être analysées à l'aide de diverses feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS). Ces feuilles de travail d'analyse statistique sont présentées sous forme de feuilles de calcul Excel soumises par le programme VTE canadien (Annexe A) qui décrivent des exemples d'analyses statistiques des données du programme d'essai.

5.1 Élaboration d'une hypothèse au sujet de la performance

5.1.1 Hypothèse nulle

Lors de l'échantillonnage d'une population, il n'est pas possible de prouver qu'une allégation de performance ou une hypothèse est vraie. Nous ne pouvons que réfuter des hypothèses et accepter une autre hypothèse ou allégation de performance. Par conséquent, il faut présenter une allégation de performance de telle façon que le processus visant à la réfuter vérifie l'allégation. L'hypothèse réfutée est ce qu'on appelle une hypothèse nulle et l'hypothèse acceptée après avoir rejeté l'hypothèse nulle est l'hypothèse de rechange. Ces hypothèses sont désignées respectivement comme H_0 et H_a . Un exemple permettra de clarifier ces concepts.

Dans l'exemple précédent, l'allégation de performance voulait que le processus de production de l'effluent entraîne une demande biologique en oxygène (DBO) de 240 mg/L ou moins. Voici un exemple d'hypothèse nulle H_0 :

Le procédé produit un effluent avec une DBO moyenne égale à 240 mg/L,

ou de manière plus succincte :

$H_0 : \mu_{\text{DBO}} = 240 \text{ mg/L}$

L'hypothèse de remplacement (ce que nous sommes intéressés à accepter, pas à prouver) peut être formulée de la façon suivante :

Le procédé produit un effluent avec une DBO moyenne inférieure à 240 mg/L,

ou de manière plus succincte :

$H_a : \mu_{\text{DBO}} < 240 \text{ mg/L}$

Si nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle, nous pouvons accepter l'hypothèse de remplacement et, par conséquent, vérifier l'allégation de performance.

5.1.2 Évaluation des données

L'allégation de performance à vérifier doit être indiquée sous forme d'hypothèses qui peuvent être évaluées de façon objective à l'aide de méthodes statistiques appropriées (par exemple, l'analyse statistique des feuilles de travail). Les listes de contrôle du chapitre 5 doivent être utilisées pour déterminer si l'étude de vérification visant à vérifier les allégations de performance est adaptée à l'hypothèse mise à l'essai. Ces critères abordent la pertinence des échantillons du

procédé qui ont produit les données. L'organisation de vérification doit justifier la réponse « oui » ou « non » dans le rapport écrit.

Il est entendu qu'un grand nombre d'échantillons nécessitant beaucoup de temps, d'efforts, de coûts pourrait rendre l'essai irréalisable du point de vue économique et pratique. De nombreuses normes exigent les résultats d'un seul échantillon et constituent la norme acceptée, en particulier si les conditions de l'essai et les mesures sont soigneusement conçues et contrôlées, et ce, même si elles ne réussiraient pas un test statistique. Les nombreuses années de succès des normes ont confirmé qu'il s'agit d'un processus acceptable. Le fournisseur et le programme VTE canadien doivent discuter de ces questions.

5.2 Degré de confiance et intervalles de confiance

Il se peut que nous voulions déterminer le degré de confiance à l'égard des caractéristiques de performance d'une technologie environnementale. Pour présenter l'idée du degré de confiance, présentons tout d'abord les « intervalles de confiance ». Nous pourrions poser la question : Pour quelle échelle de valeurs serions-nous certains à 95 % que la plage contient les véritables caractéristiques du procédé? Les caractéristiques du procédé pourraient correspondre à la DBO moyenne.

Remarquez que l'intervalle des valeurs se situe autour de la véritable caractéristique du procédé et pas de la valeur de l'échantillon. Nous ne connaissons pas la valeur de la véritable caractéristique du procédé. Nous effectuons une expérience de vérification pour estimer cette valeur. Cette estimation est uniquement fondée sur un échantillon des résultats possibles (pas sur tous les résultats). Évidemment, puisque nous augmentons le nombre d'échantillons afin d'échantillonner le plus grand nombre de résultats possibles, nous sommes de plus en plus certains de nos estimations. Si nous produisons un échantillon de la totalité de la population, il n'y a pas d'incertitude quant à l'estimation. La différence entre un échantillon et une population est décrite dans le glossaire.

En supposant que notre estimation de l'échantillon vient d'une distribution statistique donnée, nous pouvons déterminer la fourchette de valeurs pour laquelle nous pourrions dire : « Nous sommes certains à 95 % que la caractéristique inconnue du procédé est située entre ces deux valeurs ».

C'est ce qu'on appelle une limite de confiance. Pour être très certains d'une estimation, nous pouvons augmenter le nombre d'échantillons et réduire la taille de l'intervalle de confiance. De la même manière, si les mesures utilisées pour estimer la statistique d'intérêt sont extrêmement variables, nous sommes moins confiants quant à notre estimation. L'intervalle de confiance reflète cela; un échantillon très variable produira un intervalle de confiance plus important qu'un échantillon moins variable. La taille de l'intervalle de confiance peut être réduite en augmentant la taille de l'échantillon ou en contrôlant les sources de variabilité dans la conception expérimentale ou l'analyse.

5.3 Analyse statistique des allégations de rendement

Cette étape du processus de vérification comprend l'examen sur le plan de l'analyse statistique des allégations de performance. Les feuilles de travail d'analyse statistique contenues dans l'annexe A peuvent être utilisées pour évaluer les allégations de performance sur le plan mathématique.

5.3.1 Allégation de performance

Le fournisseur est tenu de donner une allégation de performance préliminaire avec la demande officielle. Elle sera utilisée au départ pour formuler une hypothèse. Toutefois, l'allégation de performance éprouvée peut différer de celle suggérée à l'origine par le fournisseur.

5.3.2 Vérification des allégations de performance

La vérification des allégations de performance pour chaque technologie exige l'application des feuilles de travail d'analyse statistique à tous les ensembles de données qui ont été classés comme satisfaisant à partir du processus d'évaluation des données.

Les ensembles de données fournis pour soutenir l'allégation de performance doivent être évalués à l'aide des feuilles de travail d'analyse statistique incluses dans l'annexe A. Les feuilles de travail d'analyse statistique ont été choisies pour fournir des méthodes analytiques pour les ensembles de données les plus courants générés par des expériences de vérification. Ils peuvent être utilisés par des non-statisticiens, à condition que les hypothèses d'essai soient vérifiées et que les concepts mis en évidence dans le Protocole de vérification générique et les feuilles de travail d'analyse statistique soient compris et utilisés lors de l'interprétation des données.

5.4 Liste de contrôle – Analyse des données

Le but de la liste de contrôle relative à l'analyse des données est de s'assurer que les outils statistiques adéquats peuvent être utilisés d'une manière rigoureuse et défendable.



Tableau 5 : Liste de contrôle – Analyse des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	No2
5.1	Est-ce que l'analyse met à l'essai l'allégation de performance postulée? (Pendant l'évaluation des performances réalisée dans le cadre du programme de vérification des technologies environnementales, les autres hypothèses présentant une « différence significative » et ne mentionnant pas l'orientation de la différence attendue seront habituellement inacceptables.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Est-ce que l'analyse est adaptée à la conception de l'étude de vérification générique? (De nombreuses autres conceptions « génériques » qui existent et qui pourraient être utiles ne sont pas expressément visées par le programme de vérification des technologies environnementales (p. ex. analyse de la variance, analyse de la covariance, régression, etc.)) ¹³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 a-c	Les hypothèses de l'analyse sont-elles atteintes? À savoir : (une réponse négative au point 3.30 a-c signifie que l'organisation de vérification doit demander d'autres renseignements)		
5.2.a	Est-ce que l'analyste de données a vérifié les hypothèses sur lesquelles se base l'essai statistique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2.b	Les essais des hypothèses sont-ils présentés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2.c	La mise à l'essai des hypothèses valide-t-elle l'utilisation de l'essai et, par conséquent, la validité des déductions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	L'analyse des données est acceptable L'analyse des données est acceptable si l'essai statistique utilisé teste l'hypothèse postulée par le concepteur de la technologie, si les hypothèses sur lesquelles se base le test statistique sont respectées et si l'essai est effectué correctement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹³ Voici des exemples de conception de l'étude de vérification ou d'analyses qui peuvent être utiles et qui ne sont pas couvertes par le programme de vérification des technologies environnementales :

- conceptions complètement aléatoires avec plus de deux traitements (analyse de la variance);
- conceptions où certaines des conditions de fonctionnement varient suffisamment pour exiger une reconnaissance à la fois au stade de concept expérimental et d'analyse (analyse de covariance, régression);
- analyse des données de dénombrement telles que les dénombrements microbiens; et,
- analyse des données proportionnelles telle que la proportion d'organismes répondant à un traitement.

5.5 Liste de contrôle - Interprétation des données

Le but de la liste de contrôle relative à l'interprétation des données est de veiller à ce que les résultats des analyses de données soient interprétés de manière rigoureuse et défendable. La liste de contrôle met également l'accent sur le fait qu'une allégation de performance peut être réécrite et mise à jour afin de mieux refléter les données à l'appui, en utilisant l'expertise de l'organisation de vérification et d'autres ressources pertinentes.

Tableau 6 : Liste de contrôle - Interprétation des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹⁴
6.1a	Les résultats sont-ils importants du point de vue statistique ¹⁵ et opérationnel? Est-ce que la vérification s'est traduite par un essai de l'hypothèse significatif sur le plan statistique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1b	Pour être significative sur le plan opérationnel, est-ce que la technologie respecte les lignes directrices de la réglementation et les lois applicables?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	Est-ce que l'étude de vérification est suffisamment efficace pour appuyer l'allégation formulée? Remarque : Concernant les conceptions de l'étude de vérification où l'acceptation des résultats des hypothèses nulles dans le cadre d'une allégation de performance est respectée, l'efficacité statistique de l'étude de vérification doit être déterminée Une efficacité statistique d'au moins 0,8 est ciblée. Si l'efficacité de l'expérience de vérification est inférieure à cette valeur, l'organisation de vérification doit communiquer avec le programme VTE canadien pour discuter d'un plan d'action adéquat. Voir l'annexe A pour obtenir des exemples de calcul de la taille de l'échantillon.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹⁴ Fournir une justification écrite pour les critères satisfaits ou non.

¹⁵ Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'adopter une nouvelle approche statistique pour analyser les données fournies. Si les feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS) fournies dans le Protocole de vérification générique (PVG) ne s'appliquent pas, les autres approches proposées doivent faire l'objet d'une discussion avec et être approuvées par le programme VTE canadien. Dans ces cas, il serait préférable que le programme VTE canadien élabore des feuilles de travail d'analyse statistique supplémentaires.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹⁴
6.3	<p>L'interprétation est-elle formulée d'une manière défendable?</p> <p>Remarque : L'allégation de performance finale doit tenir compte de tous les changements apportés à l'allégation formulés pendant la réalisation des analyses, des variations ou des restrictions des conditions de fonctionnement, etc. qui ont changé la portée de l'allégation de performance.</p> <p>L'allégation de performance initiale devrait être interprétée comme une allégation provisoire qui est sujette à modification tant que la vérification est en cours. Une vérification réfléchie et sans opinion arrêtée s'avérera en fin de compte plus avantageuse pour le concepteur de la technologie.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	<p>L'interprétation des données est acceptable</p> <p>L'interprétation des données est acceptable si les résultats de l'analyse des données sont examinés d'une façon qui met l'accent sur l'applicabilité de l'allégation de performance visée et l'efficacité statistique de l'expérience de vérification.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dans le cas où la compréhension d'une théorie ou d'un principe non corroboré autrement pourrait bénéficier d'un autre programme d'essai pour produire un ensemble de données plus important, une analyse des lacunes peut être effectuée par l'organisation de vérification afin de déterminer quelles données supplémentaires sont nécessaires pour vérifier l'allégation proposée. Si cela peut être déterminé au début du processus de vérification, cette rétroaction peut être fournie au promoteur pour qu'il puisse fournir les données supplémentaires en temps opportun. Dans ce cas, il pourrait s'avérer nécessaire que l'allégation de performance d'origine soit révisée après que l'organisation de vérification ait examiné et analysé les données supplémentaires soumises.

Si l'organisation de vérification pense que la technologie n'est pas fondée sur des principes scientifiques et techniques sûrs, bien que les ensembles de données soumis soient complets et que l'analyse statistique justifie l'allégation de performance, il peut s'avérer nécessaire d'adopter l'approche consistant à réfuter que la technologie offre la performance déclarée. Dans ce cas, les données fournies avec l'allégation prouvent que la technologie évolue comme il est indiqué et qu'il n'existe pas d'autre cause ou effet évident pour démontrer le contraire. La performance de la technologie pourrait ensuite être expliquée par l'existence des composants et des procédés qui ont été mis à l'essai et analysés. Cette approche doit être, au final, constituer la décision de l'organisation de vérification, facilitée grâce au programme de vérification des technologies environnementales. Une documentation complète du processus est nécessaire et doit faire partie de la version définitive du rapport de vérification. Si le promoteur n'est pas d'accord avec la décision de l'organisation de vérification, il a la possibilité de demander un autre avis auprès d'une autre organisation de vérification. Tous les coûts engagés à cet effet devront être payés par le promoteur.

5.6 Résumé des ensembles de données acceptables dans le cadre de la vérification

Un résumé des analyses statistique mettant en évidence les ensembles de données et les feuilles de travail d'analyse statistique spécifiques utilisées peut figurer dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : Résumé des ensembles de données acceptables dans le cadre de la vérification

Identification des ensembles de données acceptables	Feuilles de travail d'analyse statistique utilisées ¹⁶	Appuie l'allégation	
		Oui	Non
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si une allégation ne peut pas être vérifiée avec les données disponibles, le candidat a trois options :

13. **Modifier l'allégation** pour qu'elle corresponde aux données disponibles (voir Examen des allégations de performance).
14. **Générer des données supplémentaires** en effectuant de nouveaux essais. Les données supplémentaires seraient traitées comme un nouvel ensemble de données qui serait évalué à l'aide du Protocole de vérification générique.
15. Se retirer du programme de vérification des technologies environnementales. Un rapport sommaire sur les processus d'évaluation des données et de vérification des allégations doit être préparé tel qu'il est décrit dans la section sur la préparation du rapport.

5.7 Examen des allégations de performance

Si l'évaluation des données disponibles indique qu'elles peuvent être soumises au processus de vérification des allégations de performance, mais qu'une partie ou la totalité des allégations ne peut pas être vérifiée par ces données, le candidat peut modifier les allégations de performance non vérifiables pour les adapter aux données disponibles.

Les détails complets des révisions apportées à l'allégation de performance doivent être fournis par l'organisation de vérification dans la version finale du rapport de vérification, mais n'ont pas besoin d'être indiqués sur le certificat de vérification.

¹⁶ Voir l'annexe A.

6.0 Autres moyens de justifier la performance vérifiée

D'autres moyens de justifier la performance vérifiée peuvent éventuellement être acceptables aux fins de vérification par le programme VTE canadien. On accepte notamment les preuves, les analyses numériques et les rapports sur les essais convenables provenant d'institutions accréditées. En gros, l'échantillonnage, les méthodes d'essai et les renseignements convenables sur les essais et les conditions d'essai doivent être inclus dans les rapports sur les essais fournis par les institutions, afin qu'ils puissent être rigoureusement scrutés par un organisme de vérification indépendant.

6.1 Fournisseurs certifiés en vertu d'autres territoires

Le système de vérification du programme VTE canadien peut être utilisé de façon bénéfique par les fournisseurs qui ont déjà une certification dans un autre territoire. Ils obtiendraient ainsi une vérification canadienne adaptée au marché canadien. En outre, le fournisseur pourrait utiliser la vérification du programme VTE canadien en Amérique du Nord et en Europe, ou lorsque le programme VTE canadien et Environnement Canada négocient, mènent des discussions sur les procédures d'harmonisation ou ont déjà établi l'harmonisation. Plusieurs situations peuvent se présenter, y compris :

16. La technologie obtient la vérification par une tierce partie d'une allégation de performance sur la base d'un programme reconnu à l'échelle nationale dans un autre pays ou État. En outre, il y a un programme d'essai documenté avec des données crédibles et l'ensemble des renseignements sont disponibles. Dans ce cas, cela représenterait une excellente occasion d'obtenir une vérification « accélérée », tout en employant une organisation de vérification et en utilisant généralement le Protocole de vérification générique d'Le programme VTE canadien .
17. La technologie bénéficie d'une attestation de performance et/ou d'un rapport complet octroyé par un laboratoire d'essai ou une autre institution reconnue à l'échelle internationale. Dans ce cas, l'organisation de vérification et Le programme VTE canadien peuvent vérifier que les documents liés à cette réalisation ont été inspectés par eux, et peuvent intégrer une déclaration mentionnant le certificat et l'organisme l'ayant délivré, et l'inclure dans la liste des allégations de performance.

6.2 Technologie reconnue conforme aux règlements axés sur la science

Il pourrait y avoir une situation dans laquelle la technologie ou un échantillon de ses produits, a été soumise à un organisme de réglementation soutenu par le gouvernement pour subir les essais de conformité à un règlement précis. Il pourrait par exemple s'agir d'un règlement axé sur la santé sur la pureté du matériel potentiellement utilisé dans la nourriture ou un médicament; ou une matière dangereuse (p. ex., un pesticide) et conforme aux normes réglementaires au sein d'un cadre réglementaire national précis. Dans une telle situation, l'organisation de vérification et le programme VTE canadien peuvent vérifier que les documents relatifs à la conformité à ce règlement ont été examinés, et un énoncé indiquant la norme réglementaire exacte peut être inclus dans la liste des allégations de performance.

L'utilité de cette mesure est que le fournisseur ne doit pas nécessairement présenter une preuve de conformité et la documentation associée lors d'une discussion avec un éventuel client, il présente uniquement l'attestation du programme VTE canadien indiquant que les documents ont été examinés et que la conformité réglementaire est adéquatement représentée dans l'allégation de performance.

6.3 Participants à un programme d'analyse comparative du rendement

Un programme d'analyse comparative du rendement peut être entamé lorsqu'il y a une exigence commune d'examen du rendement, par exemple, pour les gestionnaires de parcs de véhicules qui souhaitent examiner divers produits qui permettraient d'améliorer la consommation de carburant et les émissions sur les véhicules existants. Un tel programme peut être étendu et peut avoir une portée internationale (p. ex., au Canada et aux États-Unis). Dans ce cas, les parties concernées seraient d'accord sur des caractéristiques de performance à mettre à l'essai et seraient d'accord sur la méthode d'essai. Un protocole d'essai d'analyse comparative du rendement serait mis en place et tous les candidats cherchant l'approbation en vertu de la catégorie seraient soumis aux mêmes essais. En plus d'un essai propre à la technologie, un protocole de vérification propre à la technologie serait mis en place, pour une plus grande efficacité dans la réalisation de l'analyse comparative. Les principes stipulés et détaillés dans le Protocole de vérification générique du programme VTE canadien seraient respectés. En plus de la démonstration de la conformité avec un programme reconnu du gouvernement du Canada, cela permettrait au programme de référence de venir plus rapidement à leur définition de protocole d'essai et du protocole de vérification, et donc être économique et efficace.

6.4 Programmes de démonstration des principes relativement à la technologie précommerciale

Les inventions techniques et scientifiques passent diverses étapes avant de pouvoir être commercialisées. Toutefois, les ressources pour poursuivre la mise en place de la technologie pourraient, dans de nombreux cas, être accessibles, si la technologie pouvait fournir une démonstration des principes. Le protocole de vérification standard du programme VTE canadien exige que la technologie soit prête pour le marché, et suppose que la procédure d'essai est effectuée sur la technologie ou le procédé qui seront offerts sur le marché.

Quand une démonstration de principes est requise, les principes d'essai et de vérification décrits dans le Protocole de vérification générique sont également applicables. Cependant, les éléments spécifiques de chaque situation doivent être pris en compte individuellement. En plus du promoteur (l'initiateur de la technologie, mais pas le fournisseur), un groupe de projet pertinent doit être désigné. Il comprend ce qui suit :

Le promoteur

- Un agent d'essai indépendant expert qui participera au programme d'essai pour la démonstration des principes (ou un laboratoire, une institution ou un organisme d'essai nommé)
- Vérification des technologies environnementales Canada
- L'organisation de vérification
- (un programme de financement dans le cadre duquel le projet est soutenu – facultatif)

Un programme d'essai propre à la technologie doit être élaboré et approuvé par les autorités désignées dans le groupe de projet. Un protocole de vérification propre à la technologie pourrait également être exigé. Ensuite, après la fin du programme d'essai expérimental, une trousse de documentation complète est formée et l'examen de vérification se poursuit de la manière décrite ci-après.

Si la technologie ou le procédé passe alors à la phase de commercialisation, il peut être possible d'« accélérer » la vérification. Dans ce cas, les différences entre les essais

précommerciaux et l'essai commercial équivalent seraient déterminées. Cela serait suivi d'un programme d'essai ayant fourni les renseignements qui n'étaient pas disponibles autrement, et la vérification de la performance de la technologie commercialisée se poursuivrait.

6.5 Technologie associée à des données d'essai non classées dans une feuille de travail d'analyse statistique du programme VTE canadien

Toutes les technologies ne peuvent pas être mises à l'essai de façon à ce que les données produites soient classées aux fins d'examen à l'aide des feuilles de travail d'analyse statistique fournies dans le présent protocole. Dans certains cas, une autre feuille de travail d'analyse statistique doit être créée, ou une autre stratégie d'analyse mathématique peut être requise, et l'organisation de vérification et le programme VTE canadien, assistés par un conseiller expert en statistique, recommanderont une procédure d'analyse de vérification viable.

6.6 Harmonisation avec les programmes de vérification dans les autres territoires

L'harmonisation du programme de vérification des technologies environnementales est une initiative de coopération à plusieurs niveaux pour aider à amener des technologies crédibles qui profitent à l'environnement à l'avant-plan en travaillant avec des partenaires de vérification des technologies environnementales à l'échelle mondiale. L'harmonisation peut améliorer l'accès à l'information sur les possibilités sur le marché tout en favorisant une meilleure compréhension des besoins des utilisateurs de technologie.

Le programme VTE canadien accroît également ses efforts pour soutenir l'harmonisation à l'échelle internationale des protocoles d'évaluation et des méthodes de test, en se fondant sur le Protocole d'essai générique et d'autres outils de soutien aux décisions du programme de vérification des technologies environnementales. Les principaux éléments de cette stratégie sont les suivants :

- partage des protocoles et des méthodes de test
- reconnaissance mutuelle ou accréditation des organisations de vérification
- réciprocité de pays à pays, lorsque cela est possible.

6.7 Remarques sur les vérifications connexes [FACULTATIF]

L'organisation de vérification est invitée à examiner la liste actuelle des technologies vérifiées dans le cadre du programme de vérification des technologies environnementales de l'Environmental Protection Agency des États-Unis afin de déterminer dans les rapports de vérification quelles technologies de nature semblable ont été vérifiées : <http://www.epa.gov/etv/verifications/verification-index.html>

Il serait utile d'inclure des vérifications connexes qui pourraient être utiles à l'attention du lecteur du rapport de vérification du programme VTE canadien. Ces sujets peuvent comprendre des constatations similaires, comme ses méthodes d'essai similaires, par exemple.

7.0 Le rapport de vérification

7.1 Justification de la piste de vérification

7.1.1 Résumé des principaux documents à l'appui

Pour connaître quelques-uns des documents papier les plus importants que l'organisation de vérification doit posséder, reportez-vous au tableau 8.

Tableau 8 : Principaux documents

PRINCIPAUX DOCUMENTS	Présent	Absent
Fiches contenant des données brutes et résumé des données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feuilles à parapher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Déclaration relative aux codes et normes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brevet(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sécurité de l'échantillon : P. ex., les fiches de la chaîne de possession pour chaque échantillon *	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manuels d'exploitation et d'entretien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blocs-notes sur le domaine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certificat d'accréditation des laboratoires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Ces éléments peuvent être ou ne pas être accessibles à l'organisation de vérification, mais ils sont utiles pour déterminer les raisons pour lesquelles les données sont différentes, etc. Le cas échéant et en fonction de la nature du programme d'essai de vérification, l'organisation de vérification devrait demander à voir ces articles.

7.2 Exemple de format de rapport – Rapports de vérification des technologies environnementales

La méthodologie exposée dans le présent protocole permet à l'examineur, l'organisation de vérification, de procéder à un examen structuré et systématique du programme d'essai sur le terrain et ses résultats. Une série de listes de contrôle est utilisée, de sorte qu'une grande partie des éléments à examiner sont traités de façon efficace. Les listes de contrôle (Tableaux 1 à 8) sont fournies par voie électronique. Aux fins du rapport de vérification, l'organisation de vérification copie les listes de contrôle dûment remplies directement dans le rapport. Pour

chaque question, l'organisation de vérification peut ajouter une brève explication de la réponse, au besoin. Des textes plus approfondis concernant les sujets couverts dans une liste de contrôle/un tableau précis doivent être placés à côté du tableau concerné.

[Au sein de chaque liste de contrôle, il y a une indication précisant si l'exigence doit être satisfaite (obligatoire) ou si elle est considérée comme une information utile ou souhaitable (facultatif).]

La table des matières suivante offre un modèle de rapport de vérification qui peut être utilisé pour préparer la version finale du rapport de vérification. L'organisation de vérification peut proposer d'utiliser un autre format que le format standard suivant si elle a obtenu une approbation préalable du programme VTE canadien avant la rédaction de l'ébauche du rapport.

Résumé

Table des matières

Introduction

Présentation du rapport

Contexte

Objectifs

Portée

Avis juridiques

Examen de la demande

Introduction

Organisation candidate

Examen de la demande

Commentaires, liste de contrôle – Examen de la demande

Examen de la technologie

Critères d'examen de la technologie

Commentaires, liste de contrôle – Examen de la technologie

Examen du plan d'essai, exécution de l'essai et données

Examen du plan d'essai et exécution du plan d'essai

Liste de contrôle – Validité des données

Commentaires, liste de contrôle – Validité des données

Données de la télédétection (p. ex. télémessure)

Commentaires sur les données de la télédétection

Autres sujets de vérification

Commentaires sur les autres sujets de vérification

Liste de contrôle – Analyse des données

Commentaires, liste de contrôle – Analyse des données

Liste de contrôle – Interprétation des données

Commentaires, liste de contrôle – Interprétation des données



Analyse statistique des allégations de performance

Allégation de performance
Vérification des allégations de performance

Justification de la piste de vérification
Commentaires sur la piste de vérification

Conclusion

ANNEXES

Annexe A Feuilles de travail d'analyse statistique
Annexe B Tableaux statistiques
Annexe C Déclaration relative aux codes et normes
Annexe D Annexer les documents essentiels au besoin

FIGURES

LISTE DES FIGURES AU BESOIN

TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX AU BESOIN, NOTAMMENT LES SUIVANTS :

Tableau 1 Liste de contrôle – Examen de l'application
Tableau 2 Liste de contrôle – Critères d'examen de la technologie
Tableau 3 Liste de contrôle – Critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification
Tableau 4 Liste de contrôle – Validité des données
Tableau 5 Liste de contrôle – Analyse des données
Tableau 6 Critères d'interprétation des données
Tableau 7 Critères en matière de technologie/d'entrée
Tableau 8 Résumé des ensembles de données soumis
Tableau 9 Résultats des analyses statistiques
Tableau 10 Résumé de l'évaluation des allégations

Vérification des technologies environnementales

Protocole de vérification générique

Annexe A

Feuilles de travail d'analyse statistique (pour la vérification des allégations de performance)

Juin 2012



**Environment
Canada**

**Environnement
Canada**

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)



TABLE DES MATIÈRES

1.0	Présentation des feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS).....	4
2.0	Normes et conventions de la trousse des feuilles de travail d'analyse statistique du Programme de vérification des technologies environnementales	6
3.0	Renseignements généraux et exemples.....	8
3.1	Présentation des feuilles de travail d'analyse statistique.....	8
3.2	Présentation des distributions	8
3.3	La distribution normale	9
3.4	La distribution t.....	11
4.0	Concepts expérimentaux	12
4.1	Populations et échantillons.....	12
4.2	Efficacité statistique.....	12
4.2.1	Estimation de la taille de l'échantillon – Exemple	12
4.2.2	Exemple d'estimation de la taille de l'échantillon pour un test t à échantillon unique	16
4.3	Répétition et pseudo-répétition	17
4.4	Indépendance des observations et des ensembles de données.....	18
5.0	Introduction aux conclusions statistiques.....	20
5.1	Signification statistique.....	20
5.2	Test d'hypothèse	20
5.3	L'intervalle de confiance	21
5.4	Paradigme général pour l'évaluation statistique de l'allégation de performance.....	22
5.5	Tests bilatéraux et tests unilatéraux	22
5.6	Utiliser les tableaux statistiques	23
6.0	Feuille de travail d'analyse statistique (FTAS)	24
6.1	Feuille de travail d'analyse statistique n° 1 – Évaluation de la normalité des données.....	24
6.2	Feuille de travail d'analyse statistique n°2 – Calcul de l'intervalle de confiance de 95 % relativement à une moyenne	27
6.3	Feuille de travail d'analyse statistique n° 3 – Test de l'égalité de deux écarts/variances.....	29
6.4	Feuille de travail d'analyse statistique n°4 – Test de réduction du pourcentage.....	31
6.5	Feuille de travail d'analyse statistique n° 5 – Test : Moyenne égale à une valeur précisée	34
6.6	Feuille de travail d'analyse statistique n° 6 - Test de l'égalité de deux moyennes quand les écarts des échantillons sont présumés égaux	36
6.7	Feuille de travail d'analyse statistique n° 7 – Test de l'égalité de deux moyennes quand les écarts des échantillons sont présumés inégaux	39
6.8	Feuille de travail d'analyse statistique n° 5 – Test : Valeur médiane égale à une valeur précisée	42
6.9	Feuille de travail d'analyse statistique n° 9 – Test de l'égalité de deux valeurs médianes.....	44

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

6.10 Feuille de travail d'analyse statistique n° 10 – Test de la différence de
moyenne des observations appariées 46



1.0 Présentation des feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Les feuilles de travail d'analyse statistique offrent une présentation limitée de l'éventail d'outils statistiques qui peuvent être utilisés pour vérifier une allégation de performance. Les feuilles utilisées dans le cadre du présent Protocole de vérification générique ont été choisies afin de proposer des méthodes analytiques pour les ensembles de données les plus répandus produits par les programmes d'essai de vérification. Elles peuvent être utilisées par des non-statisticiens à condition que les hypothèses d'essai soient vérifiées et que les concepts mis en évidence dans cette feuille de travail soient compris et utilisés lors de l'interprétation des données. D'autres méthodes numériques et analytiques peuvent être ajoutées à la discrétion du programme VTE canadien, ou à mesure de l'élaboration de nouvelles méthodes statistiques aux fins du Protocole de vérification générique. Il incombe à l'organisation de vérification d'obtenir l'approbation du programme VTE canadien avant d'utiliser d'autres procédures.

Il convient de souligner que la vérification d'une allégation pourrait être mise à l'essai de plusieurs façons. La méthode choisie est la plus simple et la plus défendable. Le terme « défendable » est utilisé d'un point de vue juridique. Les erreurs ou les méprises dans les concepts expérimentaux ou l'analyse des données pourraient rendre nulle la vérification.

L'expression « concept expérimental » dans le cadre de l'évaluation de la performance englobe les concepts suivants :

- efficacité statistique¹,
- unité expérimentale²,
- reconnaissance des facteurs perturbateurs,
- la méthode qui servira à interpréter les données générées, et
- une connaissance approfondie de la technologie faisant l'objet d'essais de vérification.

L'expression « analyse des données » englobe la reconnaissance de l'unité expérimentale et les facteurs de confusion, le choix de la méthode analytique, l'évaluation des hypothèses formulées et une interprétation correcte. Bien que les feuilles de travail d'analyse statistique intègrent l'essai des hypothèses et la justification de l'utilisation, il est tout de même possible de procéder à une analyse des données techniquement exacte et, en même temps, avoir une allégation de performance non corroborée (car d'autres conditions obligatoires n'ont pas été satisfaites).

Un glossaire statistique est fourni; il contient les termes couramment utilisés et doit être utilisé pour clarifier les concepts. Voici les concepts qui représentent le niveau minimum de compréhension requis pour appliquer les feuilles de travail d'analyse statistique :

- La compréhension des relations entre une unité expérimentale, une variable, une observation et un réplicat.
- La différence entre une hypothèse nulle et une hypothèse de rechange.
- L'indépendance des observations et des expériences.

¹ Reportez-vous à la section 4.2.

² Reportez-vous à la section 4.3.

2.0 Normes et conventions de la trousse des feuilles de travail d'analyse statistique du Programme de vérification des technologies environnementales

Pour le programme VTE canadien et d'autres programmes de vérification des technologies environnementales, la norme de l'industrie correspond à un niveau de confiance de 95 %. Une valeur α (alpha) de 0,05 est requise pour les tests de signification et les intervalles de confiance. Cette valeur alpha est liée aux « intervalles de confiance de 95 % ou à une signification de 5 % », car $(1 - \alpha)$ en pourcentage correspond à 95 %.

Un échantillon de petite taille est décrit comme inférieur ou égal à 30. Les utilisateurs ayant accès au logiciel statistique peuvent augmenter cette limite à 60.

Le nombre de chiffres à reporter lors de l'exécution des calculs correspond à 1 chiffre de plus que pour une observation. Lors de l'exécution des calculs, cet arrondissement est seulement effectué à l'étape finale.

Références

- 1) Un guide pratique qui fournit des éléments statistiques fondamentaux et de l'information générale :

McClave, T., Sincich T. 2003. Statistics. 9^e édition. Upper Saddle River (NJ) : Prentice-Hall Inc. ISBN 0-13-065598-8.

Steel, R.G., Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. New York (NY) : McGraw-Hill Book Company.

- 2) Conception des expériences et autres documents de référence

Box, Hunter, Hunter. 1978. Statistics for Experimenters, An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building. New York (NY) : John Wiley and Sons.

Snedecor, G.W., Cochran. W.G. 1980. Statistical Methods. Ames (IA) : Iowa State University Press.

Restrictions

Les feuilles de travail d'analyse statistique sont utilisées comme un outil qui permet à l'organisation de vérification d'évaluer les données fournies par le candidat ou un organisme d'essai et de déterminer si les données vérifient les allégations de performance des technologies environnementales faites par le candidat. Le meilleur jugement professionnel doit être mis en œuvre par l'organisation de vérification à toutes les étapes du programme de vérification, y compris pendant l'évaluation statistique des données. Les autres méthodes ou procédures doivent être approuvées par le programme VTE canadien avant d'être utilisées aux fins de vérification par l'organisation de vérification.



3.0 Renseignements généraux et exemples

3.1 Présentation des feuilles de travail d'analyse statistique

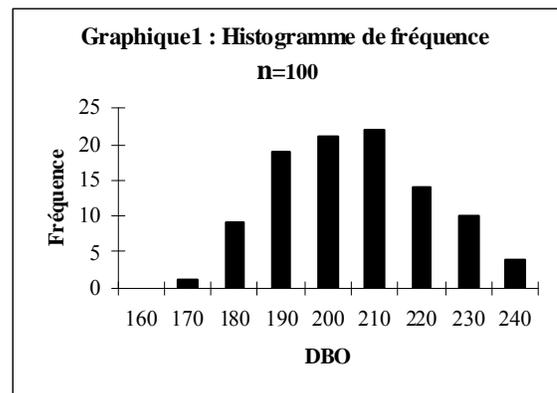
Cette section explique certains des préceptes statistiques qui sous-tendent les feuilles de travail d'analyse statistique et donne des exemples de calculs statistiques. Bien que la maîtrise des éléments de la présente section ne soit pas requise pour remplir les feuilles de travail d'analyse statistique, une augmentation de la sensibilisation aux enjeux fondamentaux fournira une certaine confiance à l'utilisateur et contribuera à améliorer la conception des études de vérification.

Veillez noter que la trousse d'analyses statistiques utilisée dans l'**Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique** est basée sur des feuilles de travail Microsoft Excel. Toutefois, les trousse comme le logiciel statistique Minitab®³ peuvent également être utilisées pour une même analyse statistique des données définie par les feuilles de travail d'analyse statistique pour la vérification des allégations de performance.

3.2 Présentation des distributions

Bon nombre des procédés faisant l'objet d'une vérification dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales génèrent des mesures ou des données qui sont continues. Les **données continues** peuvent comprendre un nombre infini de valeurs telles que les fractions ou les nombres entiers et elles peuvent inclure des numéros négatifs. Parmi les exemples de données continues, on compte la hauteur, la masse, la concentration du produit chimique, etc. Ces variables sont mesurées, et non dénombrées.

Si nous devons échantillonner un procédé ayant produit des données continues, nous observerions souvent que bon nombre des valeurs présenteraient une taille semblable tandis que certaines des valeurs seraient très différentes de la majorité des valeurs. *Si nous soustrayons la plus petite valeur à la plus grande valeur, nous estimons la **plage** de valeurs dans laquelle la variable pourrait se trouver.* Par exemple, une mesure chimique telle que la demande biochimique d'oxygène peut varier de 160 à 240 mg/L en ce qui concerne la plupart des valeurs regroupées aux alentours de 200 mg/L (nombre total d'observations, n=100). La plage de cet ensemble de données est de 80 mg/L. Si nous divisons cette plage en 8 séries ou catégories de 10 mg/L, nous pouvons compter le nombre d'observations qui appartiennent à chacune des séries ou classes. On s'attend à ce que la plupart des valeurs soient classées dans les catégories 190-200 mg/L et 200-210 mg/L. Un nombre beaucoup moins important de valeurs sera classé dans les catégories 160-170 mg/L et 230-240 mg/L. Un diagramme à barres illustrant ces valeurs s'appelle un **histogramme de fréquence** (graphique 1). *Il décrit le nombre d'observations regroupées dans chaque catégorie ou série.*

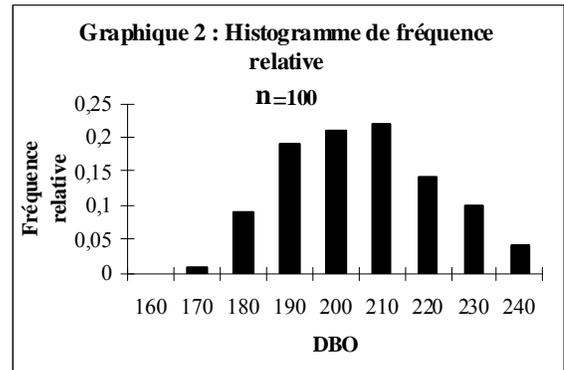


³ Logiciel statistique Minitab®, Minitab Inc. State College PA. URL : www.minitab.com

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

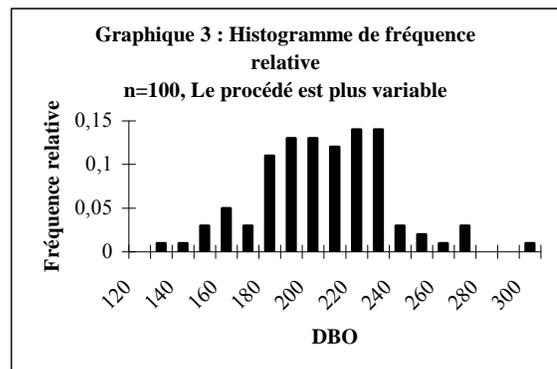
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Si nous divisons le nombre de valeurs qui appartiennent à chaque série par le nombre total de valeurs, nous obtenons la proportion de valeurs regroupées dans chaque série : la fréquence relative (graphique 2). Elle correspond également à la probabilité de se trouver dans une série. Nous remarquons que l'histogramme de fréquence relative présente la même forme que l'histogramme précédent; seul l'axe a changé.



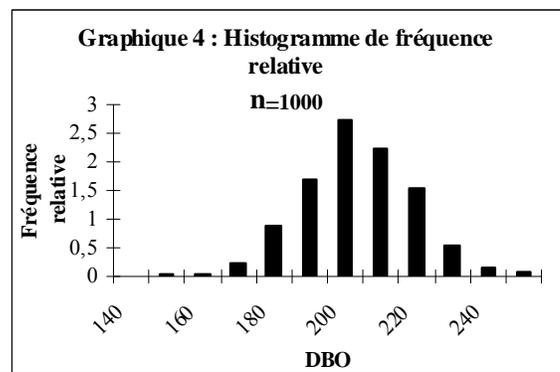
L'histogramme nous indique la probabilité qu'une valeur se produise. *La valeur la plus probable que vous pouvez rencontrer au moment de l'échantillonnage aléatoire de l'ensemble de données sur la demande biochimique d'oxygène semble être à la demande biochimique d'oxygène moyenne.* La moyenne (définie dans l'annexe D) est généralement désignée par le symbole μ .

Maintenant prenons un procédé qui entraîne la variabilité de l'ensemble de données sur la demande biochimique d'oxygène. On observe que la distribution est plus dispersée (graphique 3). La valeur moyenne est toujours la mesure la plus probable lors d'un échantillonnage aléatoire. Néanmoins, comparativement à la courbe la plus pointue (graphique 2), la probabilité de détecter la moyenne est inférieure. Par conséquent, plus le procédé est variable, moins nous avons confiance en notre mesure (pour le même n). Cette mesure de la dispersion autour de la moyenne est connue sous le nom de **variance (écart)**; elle est représentée par σ^2 . On rencontre souvent la racine carrée de l'écart dans les statistiques et elle porte un nom précis : **l'écart type**. L'écart type est représenté par σ .



3.3 La distribution normale

La distribution normale est l'une des plus souvent observée dans le domaine des statistiques. De nombreuses mesures continues, c'est-à-dire celles qui peuvent englober un nombre de valeurs infini tel que la hauteur, la masse, la concentration du produit chimique, etc. sont décrites par cette distribution. Nous pouvons dessiner un histogramme de fréquence pour cette distribution comme par le passé. L'histogramme suivant (graphique 4) est produit à partir de 1000 points, mais il présente la même moyenne et le même écart type que l'histogramme du graphique 2. **La distribution normale est en forme de « cloche » et grossièrement symétrique en ce qui concerne la valeur moyenne.** Bien qu'il soit peu probable d'obtenir des valeurs très grandes ou très petites, cela peut tout de même se produire.



Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

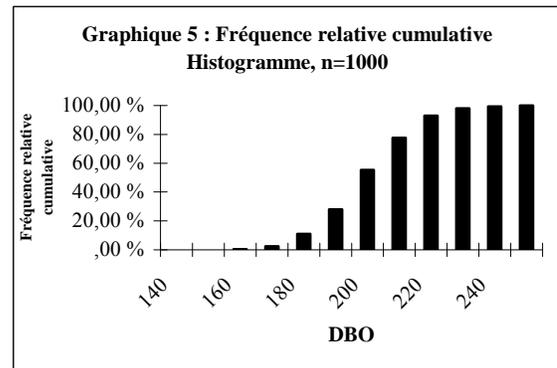
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Si nous avons un échantillon et que nous souhaitons établir dans quelle mesure il est probable que la valeur moyenne soit inférieure à une valeur donnée ou supposée, nous pouvons utiliser un histogramme de fréquence comme ci-dessus. Par exemple, si nous concevons un procédé lié à un effluent supposé produire un résultat de demande biochimique d'oxygène inférieur à 150 mg/L, et que l'expérience génère les données ci-dessus, nous pouvons dire que la véracité de cette allégation est peu probable étant donné que la plupart des données mesurées sont supérieures à la valeur de 150 mg/L. Bien entendu, nous pourrions répéter l'expérience qui a produit les données, mais il est peu probable que l'histogramme de fréquence évoluerait de sorte qu'une moyenne de demande biochimique d'oxygène de 150 mg/L soit probable.

Par contre, si nous examinons l'allégation selon laquelle le procédé lié à un effluent produit un résultat de demande biochimique d'oxygène inférieur à 240 mg/L, nous sommes beaucoup plus susceptibles d'appuyer cette allégation. Nous pourrions le faire, puisqu'à partir de notre échantillon, un grand nombre de valeurs, en fait la plupart des valeurs, sont inférieures à 240 mg/L.

En ajoutant toutes les probabilités de gauche à droite et en réalisant un nouvel histogramme de fréquence, nous obtiendrions un **histogramme de fréquence relative cumulée**.

Il serait possible d'utiliser le graphique 5 pour déterminer que la probabilité qu'une valeur soit inférieure à 240 est à peu près de 99,4 %. Par conséquent, si, selon l'allégation de performance, le procédé devait produire un résultat de demande biochimique d'oxygène de 240 mg/L ou moins, nous serions certains à 99,4 % d'avoir raison. Les histogrammes de fréquence relative cumulée sont très utiles pour prendre des décisions objectives au sujet d'un ensemble de données. Toutefois, cela prend du temps de produire de tels histogrammes et pour les petits ensembles de données, ils ne sont pas très informatifs. Si nous pouvons supposer que nos mesures viennent d'une distribution normale, alors nous pouvons comparer les valeurs obtenues à partir de notre expérience et celles auxquelles on s'attendrait à partir d'une distribution normale avec la même moyenne et le même écart.



La production de valeurs à partir d'une distribution normale exige quelques calculs fastidieux. Par conséquent, les statisticiens ont généré des tableaux de ces valeurs. Étant donné que le nombre de tableaux nécessaires pour décrire la distribution de la fréquence de toutes les combinaisons de moyennes et d'écart possibles est infini, un tableau normalisé a été produit.

Le tableau normalisé est fondé sur l'hypothèse que la variable aléatoire normale (Z) a une moyenne de zéro et un écart type de 1. Les essais utilisés dans les feuilles de travail d'analyse statistique convertissent les valeurs mesurées, de sorte que les valeurs converties ont une moyenne de zéro et un écart type de 1. Cela permet d'utiliser un seul tableau pour toutes les variables qui ont, ou qui sont supposées avoir une distribution normale. Si nous désignons notre variable aléatoire convertie par z (en minuscule), alors le tableau aléatoire normal standard fournit la probabilité que notre variable aléatoire normale standard, z , est inférieure ou égale à

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

une valeur Z , qui respecte la distribution normale standard. Il s'agit exactement du même procédé utilisé pour déterminer la probabilité qu'un résultat de demande biochimique d'oxygène serait inférieur à 99,4 %. Cet énoncé peut être décrit de façon plus succincte comme suit $P(z = Z)$.

3.4 *La distribution t*

Bien que de nombreuses variables de mesure suivent une distribution normale, il a été observé au début du XX^e siècle que lorsqu'il s'agissait d'échantillons de petite taille, la probabilité d'obtenir des valeurs très importantes ou très faibles (c.-à-d., valeurs extrêmes) était sous-estimée lorsqu'on supposait une distribution normale. Le Programme de vérification des technologies environnementales exige que l'approximation des petits échantillons pour la distribution normale, connue sous le nom de distribution t , soit remplacée par la distribution normale quand la taille de l'échantillon est inférieure à 30 conformément à l'usage des statistiques généralement reconnu.



4.0 Concepts expérimentaux

4.1 Populations et échantillons

L'allégation de performance exige qu'un ensemble de données soit produit pour tester l'allégation. Cet ensemble de données comprend seulement une petite fraction de l'ensemble des résultats possibles de la technologie qui est évaluée. *Cette fraction de l'ensemble des résultats possibles est connue sous le nom d'échantillon*, alors que *l'ensemble de tous les résultats possibles est connu sous le nom de population*. Pour des raisons pratiques (dont le coût), nous tirons presque toujours des conclusions relativement à la population, basées sur un échantillon plutôt que sur un échantillonnage de l'ensemble de la population.

4.2 Efficacité statistique

Dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales, une preuve statistique au niveau de confiance de 95 % est acceptée comme condition nécessaire pour la vérification de la performance, où la performance est illustrée par un ensemble de données représentant les résultats du fonctionnement de la technologie dans des conditions d'exploitation précisées. De cette manière, nous savons que la probabilité que les résultats liés à la performance qui a été vérifiée soient dus au hasard est très faible (moins de 5 %).

La probabilité qu'il nous sera possible de démontrer l'objectif de performance avec les essais de vérification qui ont été effectués doit être élevée : c'est ce que l'on appelle l'efficacité statistique de l'essai. Afin d'examiner l'efficacité de l'essai, nous tenons compte de quatre paramètres interdépendants : la signification statistique, l'écart type, la taille de l'échantillon et l'efficacité de l'essai. Il existe un lien entre les quatre paramètres qui permet de calculer chacun d'eux quand on connaît les trois autres. En d'autres termes, nous voulons éviter une situation au cours de laquelle l'allégation de performance pourrait avoir été vérifiée si davantage d'échantillons avaient été acquis. Comme nous le comprendrons intuitivement, s'il y a une grande variabilité dans les données, et/ou si les données sont très proches de la limite réglementaire, qui est la valeur numérique définie dans les hypothèses, alors la vérification de l'allégation de performance peut être déclarée « faussement » comme un échec.

4.2.1 Estimation de la taille de l'échantillon – Exemple

Voici un exemple de calcul de la taille d'un échantillon qui s'appuie sur une technologie de traitement de l'eau potable visant à produire des effluents de Chrome (Cr) qui doivent respecter une norme réglementaire de 50µg/L.

Le choix de la taille de l'échantillon (p. ex. nombre de mesures des paramètres clés – concentration de Cr) dépend de ce qui suit :

- 1) le degré de variabilité initialement inconnu des observations, et
- 2) le degré de certitude exigé au moment de l'essai des hypothèses.

Les deux paragraphes suivants décrivent les concepts impliqués dans la prise de décisions *a priori* quant à la taille de l'échantillon.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Une erreur de type I correspond à la probabilité de refus de l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie. Cette probabilité est souvent désignée comme « alpha » (α). Dans le contexte de cette expérience, il y aurait une erreur de type I si l'on concluait qu'un traitement a produit une valeur moyenne ou une valeur médiane de concentration en chrome $<50 \mu\text{g/L}$, alors que ce n'est pas le cas. Cette erreur entraînerait la réalisation d'essais supplémentaires inutiles. La probabilité que cette erreur survienne correspond au seuil de signification. Le Programme de vérification des technologies environnementales a établi ce seuil à 5 %. La probabilité de ne pas faire cette erreur correspond à la notion de confiance (1-alpha). Le programme a été conçu pour un degré de confiance de 95 %.

Une erreur de type II se produit si nous acceptons l'hypothèse nulle alors qu'elle est fautive. La probabilité que ce type d'erreur se produise est communément désignée comme « bêta » (β). Dans le contexte de cette expérience, on pourrait conclure que la valeur moyenne ou médiane de la concentration en chrome est supérieure ou égale à $50 \mu\text{g/L}$ alors la valeur moyenne ou médiane de la concentration en chrome est en réalité $<50 \mu\text{g/L}$. Par conséquent, une technologie potentiellement prometteuse paraîtrait moins efficace. **La probabilité de ne pas faire cette erreur correspond à la notion d'efficacité (1 bêta).** Dans cet exemple de test d'hypothèse, l'efficacité est de 90 %. Toutefois, la valeur généralement acceptée est une efficacité statistique de 80 %.

Les valeurs α et β indiquées sont largement utilisées par les scientifiques comme de faibles probabilités acceptables d'erreurs de type I et de type II. Des valeurs quelque peu inférieures ou supérieures sont parfois choisies, si l'on prend en compte les conséquences de ces deux types d'erreurs dans la prise de décisions.

Si l'**hypothèse nulle est H_0** : La moyenne de concentration en chrome $\geq 50 \mu\text{g/L}$ et l'**hypothèse de rechange est H_a** : La moyenne de concentration en chrome $<50 \mu\text{g/L}$, alors l'équation pour estimer la taille de l'échantillon est la suivante :

$$n = (S(Z\alpha + Z\beta)/d)^2$$

où :

Acier = écart type ($\mu\text{g/L}$)

d = différence entre la moyenne et $50 \mu\text{g/L}$

$Z\alpha$ = valeur d'écart normale pour la probabilité de queue (Reportez-vous au Protocole de vérification générique, Annexe B, Tableau B1)

$Z\beta$ = valeur d'écart normale pour la probabilité de queue (Reportez-vous au Protocole de vérification générique, Annexe B, Tableau B1)

Lorsque l'estimation actuelle de la moyenne et l'écart est fondée sur un petit nombre d'échantillons (n_c), l'estimation de n requis devrait être ajustée par un facteur de $(n_c + 2)/n_c$.

Le tableau 1 illustre le calcul des exigences relativement à la taille de l'échantillon pour différentes valeurs de moyenne et d'écart normal, et des probabilités d'erreur de 10 %. Ce tableau établit un équilibre entre la probabilité que des technologies sont inutilement testées (erreur de type I) et la probabilité que des technologies prometteuses sont jugées moins efficaces qu'elles le sont vraiment (erreur de type II), en choisissant des petites valeurs raisonnables pour chacune de ces probabilités.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Tableau 1 : Taille de l'échantillon – 10 % de probabilité d'erreurs de type I et de type II

Écart-type	Moyenne observée	Probabilité (erreur de type I)	Probabilité (erreur de type II)	Taille d'échantillon requise
5	48	10 %	10 %	42
10	48	10 %	10 %	165
5	45	10 %	10 %	7
10	45	10 %	10 %	27
5	40	10 %	10 %	2
10	40	10 %	10 %	7
20	40	10 %	10 %	27

Ce tableau montre que le nombre d'échantillons dépend de ce qui suit :

- Le degré de variabilité (écart-type) parmi les observations. Lorsque le test commence, cette valeur est inconnue.
- Le degré de différence entre la moyenne supposée (50 µg/L) et la moyenne observée. Cette valeur varie de 48 à 40 dans le tableau ci-dessus.

Pour détecter un petit écart (par exemple 5 µg/L) dans une concentration en chrome de 50 µg/L, dans un cas où les observations sont variables, il faudrait 27 observations. Pour mettre en évidence une grande différence entre la concentration en chrome et la limite de 50 µg/L, si la variabilité est faible dans l'ensemble de données, seulement deux observations seraient nécessaires (tableau 1).

Le tableau 2 montre les répercussions sur la taille des échantillons si l'on assouplit les probabilités d'erreurs de type I et de type II.

Tableau 2 : Taille de l'échantillon – 40 % de probabilité d'erreurs de type I et 20 % de probabilité d'erreurs de type II

Écart-type	Moyenne observée	Probabilité (erreur de type I)	Probabilité (erreur de type II)	Taille d'échantillon requise
5	48	40 %	20 %	8
10	48	40 %	20 %	30
5	45	40 %	20 %	2
10	45	40 %	20 %	5
20	45	40 %	20 %	20
5	40	40 %	20 %	1
10	40	40 %	20 %	2
20	40	40 %	20 %	5

Les deux tableaux précédents montrent que le niveau de confiance ($1 - \alpha$) et l'efficacité ($1 - \beta$) réalisés par l'entremise du test doivent être estimés après que l'essai ait été effectué et une fois les données obtenues. En outre, le taux d'erreurs de type I ou la valeur p sont obtenus après la fin du test.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Le tableau 3 indique les tailles d'échantillons requises pour déterminer une différence de 5, de 15 et de 25 µg/L à partir d'une valeur supposée de 50 µg/L avec des écarts type par incréments de 1. Les probabilités d'erreurs de type I et de type II sont toutes deux établies à 10 %.

**Tableau 3 : Taille de l'échantillon – 10 % de probabilité d'erreurs de type 1 et de type II
 erreurs pour des moyennes observées de 45 µg/L, 35 µg/L et 25 µg/L**

	Moyenne observée = 45 µg/L	Moyenne observée = 35 µg/L	Moyenne observée = 25 µg/L
Écart-type	Taille d'échantillon requise		
1	1	1	1
2	2	1	1
3	3	1	1
4	5	1	1
5	7	1	1
6	10	2	1
7	13	2	1
8	17	2	1
9	22	3	1
10	27	3	2
11	32	4	2
12	38	5	2
13	45	5	2
14	52	6	3
15	60	7	3
16	68	8	3
17	76	9	4
18	86	10	4
19	95	11	4
20	106	12	5

Une valeur de probabilité, ou plus couramment « valeur p », est la probabilité d'observation de la moyenne expérimentale, en supposant que l'hypothèse nulle est vraie. Un test est officiellement rejeté si cette valeur p est inférieure au niveau de signification décidé avant que l'expérience soit réalisée. Par exemple, une valeur p de 0,023 (2,3 %) pourrait entraîner le refus d'une hypothèse nulle lorsque la probabilité d'une erreur de type I a été établie à 0,05 (5 %).

4.2.2 Exemple d'estimation de la taille de l'échantillon pour un test t à échantillon unique

But : Cette analyse est utilisée afin d'estimer la taille d'échantillon requise pour atteindre des taux d'erreur de type I et de type II précisés au préalable lorsqu'on compare la moyenne à une valeur précisée au préalable au moyen d'un test t à échantillon unique.

Hypothèse de rechange :
 L'hypothèse de rechange veut que la moyenne de la concentration en chrome soit < 0,05 mg/L.

Notes de l'utilisateur : Erreur de type I = 5 %
 Erreur de type II = 10 %

Seules les valeurs requises pour exécuter les calculs sont présentées ci-après.

Tableau 4 : Observations

	Concentration en chrome (mg/L)	Carré de la concentration en chrome
	0,0606	0,00367
	0,05278	0,00279
	0,06495	0,00422
	0,07321	0,00536
	0,07259	0,00527
	0,07687	0,00591
	0,04553	0,00207
	0,06113	0,00374
Total	0,50765	0,03302
N	8	
Moyenne(\bar{x})	0,06346	
Variance de l'échantillon (σ^2)	0,01075	
Zα	1,645	
Zβ	1,285	
μ	0,05	

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Étapes à suivre en utilisant Excel :

1. Mettre au carré toutes les observations.
 2. Résumer les observations.
 3. Résumer les observations mises au carré.
 4. Estimer la moyenne des observations.
 5. Estimer la variance de l'échantillon (σ^2)
- En utilisant le tableau 1 du Protocole de vérification générique-Annexe B :
6. Trouver les valeurs Z_α et Z_β pour $\alpha = 5 \%$ et $\beta = 10 \%$
 7. Calculer la taille de l'échantillon en utilisant la formule suivante :

$$n = \left(\frac{\sigma^2 \times (Z_\alpha + Z_\beta)^2}{|\mu - \bar{x}|} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{0,01075 \times (1,285 + 1,645)^2}{|0,05 - 0,06346|} \right)^2 = 5,47$$

Lorsque l'estimation actuelle de la moyenne et la variance est basée sur un échantillon de petite taille (n_c), l'estimation de n devrait être ajustée avec un facteur de $(n_c + 2)/n_c$. Ce facteur est égal à 1,25 pour $n_c = 8$ et dans cet exemple, la valeur finale est $n = 6,8$

Interprétation : Il nous faut sept échantillons pour garantir un taux d'erreurs de type I n'excédant pas 5 % et un taux d'erreurs de type II n'excédant pas 10 %.

Il y a 8 observations (échantillons) dans l'expérience. L'hypothèse nulle selon laquelle la moyenne est supérieure ou égale à 0,05 mg/L est par conséquent acceptée. La probabilité d'erreur ne dépasse pas 10 %.

4.3 Répétition et pseudo-répétition

L'unité expérimentale est la plus petite unité à laquelle un traitement expérimental peut être appliqué. Par exemple, si nous vérifions un nouveau type d'équipement technique et qu'un deuxième équipement identique testé de la même façon constitue un réplicat. Prenons un autre type d'exemple, si nous appliquons un défoliant respectueux de l'environnement à un champ, puis qu'un champ avec la même application de défoliant constitue un réplicat. Si nous voulions répéter l'expérience pour obtenir un réplicat, nous ne nous pourrions pas (facilement) appliquer le défoliant au même champ. Il nous faudrait appliquer le défoliant à un champ différent. Les mesures des paramètres tels que le pourcentage de mauvaise herbe sur les parcelles du champ **constituent des sous-groupes ou des pseudo-réplicats**. Ces mesures ne sont pas des réplicats.

Pour tirer des conclusions statistiques valides, nous devons mesurer la variabilité parmi les réplicats. Dans l'exemple précédent, la variabilité parmi les parcelles mesure la variabilité au sein du champ. Cette estimation de la variance est probablement inférieure à la variabilité parmi les champs. L'utilisation par inadvertance d'une variance estimée à partir des sous-groupes ou

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

pseudo-réplicats influencera la variance estimée à la baisse et augmentera artificiellement l'efficacité de l'expérience de vérification. Le concept d'efficacité statistique est présenté à la section 4.2.

En pratique, il s'ensuit que nous serons en mesure de repérer les plus petites différences entre deux différents traitements, par exemple des mauvaises herbes avec et sans défoliant. Si l'approbation de notre technologie dépend du fait de trouver une différence entre une condition de référence (ou standard) et la nouvelle technologie, nous trouverons des différences plus souvent que nous devrions. **Dans cet exemple, la technologie n'est peut-être pas un aussi grand succès que revendiqué lorsqu'elle est appliquée à la population visée.**

Certaines feuilles de travail d'analyse statistique sont conçues pour utiliser les données de test des réplicats, et les avantages sont les suivants :

- À mesure que nous augmentons le nombre de réplicats, nous augmentons notre couverture de la population d'échantillonnage. Cela nous permet de tirer des conclusions ayant une plus grande portée. Lors de la commercialisation d'une technologie, en général, moins l'allégation est restrictive, mieux c'est.
- Mieux nous définissons la variabilité de l'expérience, plus nous sommes en mesure de faire des allégations précises. Si tous les autres paramètres sont égaux, une technologie présentant une petite variance (ou en termes plus pragmatiques, une expérience davantage démontrée) répondra mieux aux attentes.

4.4 Indépendance des observations et des ensembles de données

Les concepts d'indépendance des observations et des ensembles de données sont étroitement liés à la définition d'un réplicat. *Les observations sont généralement **indépendantes** si elles sont obtenues à partir de différentes unités expérimentales. Dans d'autres cas, les observations obtenues à partir d'un procédé peuvent aussi être indépendantes si elles sont échantillonnées de façon assez éloignée dans l'espace ou dans le temps.*

Par exemple, supposons que l'on mesure un paramètre de flux des eaux usées. Si l'on prélève des échantillons séparés par une très courte période de temps, on pourrait s'attendre à ce que les mesures soient semblables l'une et l'autre. Plus le temps entre les événements d'échantillonnage augmente, moins les mesures dépendent de la précédente mesure. Ce type de dépendance est connu sous le nom de **corrélation** ou plus précisément autocorrélation (corrélation dans le temps). La corrélation peut être de nature temporelle, tel qu'il est décrit ci-dessus, ou spatiale. Les données de ce genre ne doivent pas être analysées à l'aide des feuilles de travail d'analyse statistique de la vérification des technologies environnementales. L'organisation de vérification doit comprendre le procédé suffisamment pour déterminer si une corrélation entre les mesures est probable. Si des mesures sont corrélées, il faut obtenir des conseils auprès d'experts.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Les ensembles de données peuvent également dépendre les uns des autres. À titre d'exemple, prenons l'application d'un traitement à un échantillon fractionné. En ayant utilisé une technologie environnementale pour les deux moitiés de l'échantillon fractionné, on pourrait s'attendre à ce que les résultats soient plus semblables que les résultats de deux échantillons différents.

En général, on applique une technologie à la moitié d'un échantillon fractionné et pas à l'autre moitié, car on souhaite comparer les effets différents entre chaque échantillon fractionné. Les deux observations ou mesures découlant d'un échantillon fractionné sont connues sous le nom d'observations appariées. Ce type d'expérience est connu sous le nom d'expérience appariée. L'analyse de données appariées est décrite dans la feuille de travail d'analyse statistique n° 10.



5.0 Introduction aux conclusions statistiques

5.1 Signification statistique

Les concepts de signification statistique peuvent être illustrés à l'aide de la demande biochimique d'oxygène (DBO) par exemple. Nous avons vu qu'en raison de l'allégation de performance indiquant qu'un effluent produit une demande biochimique d'oxygène inférieure à 240 mg/L, nous serions certains à 99,4 % que nous avons correctement vérifié l'allégation. En acceptant l'allégation, nous serions également certains à 0,6 % que nous avons mal vérifié l'allégation. C'est vrai parce étant donné que 0,6 % de notre échantillon représentatif est supérieur à 240 mg/L. Ce type d'erreur, au moment de vérifier une hypothèse statistique, est connu sous le nom d'**erreur de type I** et désigné par α . ($1 - \alpha$) est également décrit comme le niveau de signification ou le niveau de signification statistique. Jusqu'à présent, cette valeur a été fixée à 95 %. Une valeur α de 0,05 est requise dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales lors du test de l'allégation de performance. Cette valeur par défaut a été insérée au besoin dans les feuilles de travail d'analyse statistique.

5.2 Test d'hypothèse

Lors de l'échantillonnage d'une population, il n'est pas possible de prouver qu'une allégation de performance ou une hypothèse est vraie. Nous pouvons seulement réfuter l'hypothèse et accepter une hypothèse ou une allégation de performance de rechange. Par conséquent, il faut présenter une allégation de performance de telle façon que le processus visant à la réfuter vérifie l'allégation. *L'hypothèse réfutée est ce qu'on appelle une **hypothèse nulle** et l'hypothèse acceptée après avoir rejeté l'hypothèse nulle est l'**hypothèse de rechange**.* L'hypothèse de rechange exprime l'essence de l'allégation de performance. Ces deux hypothèses sont désignées respectivement comme H_0 et H_a . Pour clarifier ces concepts, voici un exemple.

Dans l'exemple précédent, l'allégation de performance voulait que le procédé de production de l'effluent entraîne une demande biologique en oxygène (DBO) de 240 mg/L ou moins. Notre hypothèse nulle H_0 est :

Le procédé produit un effluent avec une demande biochimique d'oxygène moyenne égale à 240 mg/L,

ou de manière plus succincte :

$$H_0: \mu_{DBO}=240 \text{ mg/L}$$

L'hypothèse de rechange (ce que nous sommes intéressés à accepter, pas à prouver) peut être formulée de la façon suivante :

Le procédé produit un effluent avec une demande biochimique d'oxygène moyenne inférieure à 240 mg/L

ou de manière plus succincte :

$$H_a: \mu_{DBO} < 240 \text{ mg/L}$$

Le test d'hypothèse entraîne la **décision** de **refuser** ou de ne **pas refuser** l'hypothèse nulle. Si nous pouvons refuser l'hypothèse nulle, nous pouvons accepter l'hypothèse de rechange et, par conséquent, vérifier l'allégation de performance. C'est par une **conclusion** que s'achève le test d'hypothèse. Selon la décision prise en ce qui concerne l'hypothèse nulle, la conclusion est formulée de la façon suivante : « Il y a suffisamment de preuves à un niveau de signification de 95 % pour refuser l'hypothèse nulle. Nous avons conclu que ...**la signification de l'hypothèse de rechange** ».

OU :

« Il n'existe **pas suffisamment** de preuves à un niveau de signification de 95 % pour refuser l'hypothèse nulle. Nous avons conclu que ...**la signification de l'hypothèse nulle** ».

5.3 *L'intervalle de confiance*

Parfois, il se peut que nous ne voulions pas tester une hypothèse. Nous voulons plutôt déterminer le degré de confiance à l'égard de certaines caractéristiques de performance d'une technologie environnementale. À la section 3.3, nous avons montré comment un histogramme de fréquence cumulée pouvait être utilisé pour déterminer que la probabilité qu'une valeur de demande biochimique d'oxygène tombant sous les 240 est à peu près de 99,4 %.

De la même façon, nous pourrions poser la question : Pour quelle plage de valeurs serais-je sûr à 95 % que la mesure réelle de mon procédé diminuerait?

Remarquez que la plage des valeurs se situe autour de la caractéristique réelle du procédé et pas de la mesure de l'échantillon. Nous ne connaissons pas la valeur réelle de la caractéristique du procédé. Nous effectuons une expérience de vérification pour estimer cette valeur. Cette estimation est uniquement fondée sur un échantillon de l'ensemble des résultats possibles. Évidemment, puisque nous augmentons le nombre d'échantillons afin d'échantillonner le plus grand nombre de résultats possibles, nous sommes de plus en plus certains de nos estimations. Si nous échantillonons la totalité de la population, il n'y a pas d'incertitude à l'égard de nos mesures et donc pas besoin d'un intervalle de confiance. La différence entre un échantillon et une population est décrite à la section 4.1.

En supposant que notre estimation d'échantillon vient d'une distribution statistique donnée, nous pouvons déterminer la plage de valeurs pour laquelle nous pourrions dire : « *Je suis certain(e) à 95 % que la mesure inconnue du procédé est située entre ces deux valeurs* ».

C'est ce qu'on appelle un **intervalle de confiance**. Si l'on veut être très certain à propos d'une mesure, il est possible d'accroître le niveau de signification, ce qui permet d'augmenter la taille de l'intervalle de confiance. Un intervalle de confiance peut également être très étendu si les mesures utilisées pour estimer la statistique d'intérêt sont extrêmement variables. Par conséquent, un échantillon très variable produira un intervalle de confiance plus étendu qu'un échantillon moins variable. La variabilité d'un échantillon peut être réduite en augmentant la taille de l'échantillon ou en contrôlant les sources de variabilité du concept expérimental et/ou de l'analyse.

La validité de l'intervalle de confiance nécessite que la mesure autour de laquelle l'intervalle de confiance est construit repose sur une distribution statistique correcte. Le Programme de

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

vérification des technologies environnementales exige que les hypothèses de distribution soient testées avant la construction d'un intervalle de confiance.

5.4 Paradigme général pour l'évaluation statistique de l'allégation de performance

Le texte suivant résume les grandes lignes d'une allégation de performance en utilisant la terminologie définie dans les sections précédentes. La compréhension de cette terminologie est utile pour interpréter les feuilles de travail d'analyse statistique et pour solliciter l'avis d'un statisticien.

Pour vérifier une allégation de performance, nous produisons un ensemble de données qui répond aux critères énoncés dans les tableaux 3 et 4 du Protocole de vérification générique. *Le processus de production d'un ensemble de données est appelé « expérience » ou **programme de test de vérification** dans le contexte de ces documents.* L'expérience produit un ensemble de données qui ne représente qu'une fraction de l'ensemble des résultats possibles. Cet ensemble de données est un échantillon. L'ensemble de données mesure l'attribut de certaines variables (telles que la demande biochimique d'oxygène dans l'exemple précédent). Chaque mesure distincte est appelée « observation ».

À partir de l'allégation de performance, nous formulons une hypothèse nulle, que nous nous efforçons de réfuter. Nous parlons de l'hypothèse que nous souhaitons accepter en tant qu'hypothèse de rechange. En connaissant ou en supposant la distribution de la fréquence de la variable mesurée, nous pouvons déterminer la probabilité de notre allégation de performance.

Les feuilles de travail d'analyse statistique fournissent des méthodes pour tester les hypothèses suivantes :

- Une moyenne est égale, inférieure ou supérieure à une valeur spécifiée.
- Une valeur médiane est égale, inférieure ou supérieure à une valeur spécifiée.
- Deux variances sont égales l'une à l'autre, ou une variance est inférieure ou supérieure à une autre variance.
- Deux moyennes sont égales l'une à l'autre, ou une moyenne est inférieure ou supérieure à une autre moyenne.
- Deux moyennes appariées sont égales l'une à l'autre, ou l'une des moyennes appariées est inférieure ou supérieure à l'autre moyenne appariée.

5.5 Tests bilatéraux et tests unilatéraux

Lorsque l'on compare une moyenne d'échantillon, par exemple, à une valeur spécifiée, on peut vouloir vérifier qu'elle est différente de la valeur spécifiée. Dans ce cas, on dirait que notre moyenne d'échantillon est différente de la valeur spécifiée si la valeur de l'échantillon est beaucoup plus petite ou bien plus grande que la valeur spécifiée.

*Puisque nous déterminons la probabilité d'une certaine valeur à partir des extrémités ou des queues d'une distribution statistique, et que nous tenons compte des petites et des grandes valeurs, nous appelons cela un **test bilatéral**.* Dans ce cas, les hypothèses sont formulées comme suit :

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Hypothèse nulle : Moyenne de l'échantillon=valeur supposée.

Hypothèse de rechange : Moyenne de l'échantillon≠valeur supposée.

Si nous étions intéressés à déterminer si la moyenne de l'échantillon était supérieure à une valeur spécifiée, il nous faudrait vérifier l'hypothèse nulle :

Moyenne de l'échantillon = valeur supposée.

Notre hypothèse de rechange serait :

Moyenne d'échantillon > valeur supposée.

Nous rejeterions l'hypothèse nulle seulement si la moyenne de l'échantillon était supérieure à certaines valeurs prédéterminées (supposées). La taille de cette valeur est déterminée par le degré de confiance requis à l'égard de notre affirmation. Dans le cadre du Programme de vérification des technologies environnementales, cette valeur est fixée à 95 %. Par conséquent, nous obtenons la valeur ou le quantile de la distribution précisée pour laquelle/lequel seulement 5 % des valeurs sont susceptibles d'être plus importantes. Si la valeur de notre échantillon est plus importante que cette valeur seuil ou valeur critique, nous sommes raisonnablement certains que la moyenne de l'échantillon est vraiment plus importante que la valeur supposée. *Étant donné que nous avons utilisé uniquement une queue ou extrémité de la distribution de probabilité, il s'agit d'un **test unilatéral**.*

Nous pourrions aussi tester le contraire, à savoir que la moyenne de l'échantillon < la valeur supposée. Dans ce cas, nous choisirions les quantiles de la distribution précisée pour lesquels seulement 5 % des valeurs sont susceptibles d'être inférieures.

Comme dans le cas de la construction d'un intervalle de confiance, on présume que la distribution doit être correcte ou que le test d'hypothèse sera invalide. Le Programme de vérification des technologies environnementales exige que les hypothèses de distribution soient testées avant le test d'hypothèse à chaque fois qu'une distribution est supposée.

5.6 Utiliser les tableaux statistiques

Les tableaux statistiques sont fournis par Le programme VTE canadien dans l'annexe B. Des exemples d'utilisation précise peuvent être obtenus en consultant les fichiers électroniques contenant des exemples de chaque feuille de travail d'analyse statistique.

6.0 Feuille de travail d'analyse statistique (FTAS)

6.1 Feuille de travail d'analyse statistique n° 1 – Évaluation de la normalité des données

Cette procédure est utilisée pour déterminer si les données variables sont normalement distribuées ou si elles sont distribuées selon un journal normal. Il s'agit d'un point important étant donné que l'hypothèse relative à la normalité est souvent mentionnée dans les calculs subséquents.

Hypothèses :

Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes⁴.

Description des données	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique

Déterminer le potentiel de normalité de la distribution	
Les points de données peuvent être tous les nombres réels et la gamme de valeurs possibles est infinie. Souvent, ce n'est pas le cas pour une valeur mesurée, par exemple une concentration, qui ne peut pas être négative. Dans ce cas, il suffit que la majorité (95 %) des points soient placés au maximum à trois écarts types ⁵ de la moyenne des points mesurés.	<input type="checkbox"/> Vrai
Les points de données ne sont pas des proportions ⁶ , des taux ou des fréquences.	<input type="checkbox"/> Vrai
Les points de données ne peuvent pas être dénombrés.	<input type="checkbox"/> Vrai
La moyenne est-elle à peu près la même que la valeur médiane? médiane = moyenne =	<input type="checkbox"/> Vrai
Selon les lignes directrices ci-dessus, l'échantillon est potentiellement distribué normalement.	<input type="checkbox"/> Vrai <input type="checkbox"/> Faux
Si la distribution de l'échantillonnage est potentiellement normale et qu'il y a plus de 10 points de données, élaborer un graphique de la probabilité normale avec les données brutes.	

⁴ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

⁵ L'écart type est défini à l'annexe D.

⁶ Les proportions, les taux et les fréquences sont définis de façon variée. Nous avons recours à ces termes pour décrire un ensemble de chiffres qui peut adopter n'importe quelle valeur entre 0 et 1, inclusivement.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Préparation de la représentation graphique de la probabilité normale (si n > 10)	
Classez les données (x_i) de la plus petite à la plus grande. Les calculs subséquents utilisent les données classées.	
Taille d'échantillon :	n :
Calculez les coefficients « Blom ». $p_i = \frac{i - 3/8}{n + 1/4},$ pour $i = 1 \dots n$.	p_i : inutile de présenter les coefficients n ici. Joignez un tableau ou une feuille de calcul.
Convertissez les coefficients « Blom » en y_i . $y_i = \sqrt{-\ln(4p_i(1-p_i))},$ pour $i = 1 \dots n$.	y_i : inutile de présenter les coefficients n ici. Joignez un tableau ou une feuille de calcul.
Calculez les cotes normales. $z_i = \text{sign}(p_i - 1/2) \cdot 1.238 \cdot y_i \cdot (1 + 0.0262y_i),$ pour $i = 1 \dots n$, où $\text{sign}(p_i - 1/2) = -1$, pour $(p_i - 1/2) < 0$, $\text{sign}(p_i - 1/2) = +1$ pour $(p_i - 1/2) > 0$, et $\text{sign}(p_i - 1/2) = 0$ pour $(p_i - 1/2) = 0$.	z_i : inutile de présenter les coefficients n ici.
Réalisez un graphique des données de cote normale par rapport aux données classées.	

Q₁. Est-ce que les données apparaissent sur une ligne droite? Oui Non

Dans l'affirmative, passez au test officiel de la normalité.
 Si aucune « queue » de distribution ne se trouve à l'extérieur de la ligne, transformez les données en log et produisez un nouveau graphique.

Q₂. Est-ce que les données transformées en log apparaissent sur une ligne droite? Oui Non

Dans l'affirmative, passez au test officiel de la normalité.
 Sinon, utilisez un test qui ne suppose aucune normalité. Par exemple, utilisez les feuilles de travail d'analyse statistique n° 8 et n°9.

Test de normalité	
Estimez la variable à tester.	
$SS_{xz} = \sum_{i=1}^n x_i z_i - \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n z_i \right) / n \right]$	SS_{xz} :
$SS_x = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 / n \right]$	SS_x :
$SS_z = \sum_{i=1}^n z_i^2 - \left[\left(\sum_{i=1}^n z_i \right)^2 / n \right]$	SS_z :

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Test Shapiro-Francia W. $W = \frac{SS_{xz}^2}{SS_x SS_z}$	W :
Appliquez la transformation Box-Cox.	
u = ln(n)	u :
v = ln (u)	v :
$\hat{\mu} = -1,2725 + 1,0521(v - u)$	$\hat{\mu}$:
$\hat{\sigma} = 1,0308 - 0,26758(v + 2/u)$	$\hat{\sigma}$:
Transformez W en Z'. $Z' = \frac{\ln(1 - W) - \hat{\mu}}{\hat{\sigma}}$	Z' :
Si $Z' > 1,645$, nous refuserons l'hypothèse nulle selon laquelle les données sont normalement distribuées à un niveau de confiance de 95 %. Les données ne sont pas distribuées normalement.	

Q₃. Est-ce que les données passent un test de Oui Non conformité ⁷ et de normalité?

Si vos réponses aux questions Q₁ ou Q₂ et Q₃ sont affirmatives, les données brutes (ou transformées en log) sont distribuées normalement. Les données brutes ou les données transformées en log peuvent être utilisées dans les feuilles de travail d'analyse statistique en qui présument la normalité.

Les données brutes sont normalement distribuées? Oui Non
Les données transformées en log sont normalement distribuées? Oui Non

Vous pouvez maintenant passer à la prochaine feuille de travail d'analyse statistique appropriée.

⁷ Le test de normalité recommandé pour les calculs manuels est la modification par Royston du test Shapiro-Francia. Les utilisateurs ayant accès au logiciel statistique sont invités à utiliser le test Shapiro-Wilks.

6.2 Feuille de travail d'analyse statistique n°2 – Calcul de l'intervalle de confiance de 95 % relativement à une moyenne

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % que la véritable moyenne de population (inconnue cependant) se trouve dans l'intervalle construit.

Hypothèses :

- L'ensemble de données est normalement distribué.
- Les observations x_i qui forment l'ensemble de données sont indépendantes⁸.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, l'ensemble de données est normalement distribué.	<input type="checkbox"/> Oui

Calculs courants	
Estimation de μ	\bar{x} :
Total de la taille de l'échantillon n	n :
Estimation de σ^2	s^2 :
$s^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right]$	
Si n ≥ 30	
Trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	$Z_{0,975}$: 1,96
Limite de confiance inférieure :	LCI :
$LCI = \bar{x} - Z_{0,975} \frac{s}{\sqrt{n}}$	
Limite de confiance supérieure	LCS :
$LCS = \bar{x} + Z_{0,975} \frac{s}{\sqrt{n}}$	
Si n < 30	
Trouvez $t_{0,975, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	$t_{0,975, n-1}$:

⁸ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Limite de confiance inférieure $LCI = \bar{x} - t_{0,975, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$	LCI :
Limite de confiance supérieure $LCS = \bar{x} + t_{0,975, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$	LCS :

L'intervalle de confiance de 95 % pour la moyenne \bar{x} est : (LCI, LCS).

6.3 Feuille de travail d'analyse statistique n° 3 – Test de l'égalité de deux écarts/variances

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % si deux écarts sont égaux. L'égalité des écarts est importante lors de la mise en commun des ensembles de données. Les formules présentées ci-dessous s'appliquent lorsque les deux ensembles de données sont égaux ou inégaux en nombre.

Hypothèses :

- Les deux ensembles de données sont normalement distribués.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes⁹.
- Les ensembles de données sont indépendants les uns des autres¹⁰.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, les ensembles de données sont normalement distribués.	<input type="checkbox"/> Oui

Calculs courants	
Estimation de σ_1^2 (Laissez les écarts importants correspondre au numérateur)	s_1^2 :
Estimation de σ_2^2	s_2^2 :
Degrés de liberté – Ensemble de données 1 = $n_1 - 1$	v_1 :
Degrés de liberté – Ensemble de données 2 = $n_2 - 1$	v_2 :
Variable à tester $F = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$	F :
Calculs – Cas A – $H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	
Trouvez $F_{0,975, v_1, v_2}$ dans le tableau B3, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas B – $H_a: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ ou $H_a: \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	
Trouvez $F_{0,95, v_1, v_2}$ dans le tableau B3, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Règle de décision

Si la variable à tester $F \geq$ la valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et nous acceptons l'hypothèse de rechange.

⁹ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

¹⁰ L'indépendance des ensembles de données est définie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Hypothèse nulle $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$:

Non refusée

Refusée

Hypothèse de rechange :

Acceptée

Non acceptée



6.4 Feuille de travail d'analyse statistique n°4 – Test de réduction du pourcentage

$$H_0: \mu_2 = (1-p\%)\mu_1$$

Ce test¹¹ sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % même si un changement de pourcentage précisé au préalable se produit dans un échantillon à la suite de l'application d'un procédé ou d'une technologie. Par exemple, une allégation peut affirmer qu'une technologie élimine « p % » du contaminant d'un flux à traiter (c.-à-d. convaincu à 95 % que la technologie peut retirer « p % » du contaminant). Si μ_1 est la moyenne de l'échantillon avant l'application de la technologie, nous souhaitons vérifier si la moyenne après le traitement μ_2 est égale à $(1-p\%)\mu_1$. Les formules présentées ci-dessous s'appliquent lorsque les tailles des deux ensembles de données sont égales ou inégales.

Hypothèses :

- Les deux ensembles de données sont normalement distribués.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes¹².
- Les ensembles de données sont indépendants les uns des autres¹³.

Description des données	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique

Calculs préliminaires et tests d'hypothèses		
Convertir les observations préalables à la technologie x_{1i} pour $i = 1 \dots n_1$ à $x_{1i}^* = (1-p\%) x_{1i}$.		
En se fondant sur la feuille de travail d'analyse statistique n°1, les échantillons x_{1i}^* et x_{2i} sont normalement distribués.	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Si un ou échantillon ou si les deux échantillons ne sont pas normalement distribués, utilisez la Feuille de travail d'analyse statistique n° 9 pour tester l'égalité de la valeur médiane des observations préalables à la technologie transformées, x_1^* et la valeur médiane des observations préalables à la technologie, x_2 .		
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 3, les écarts sont égaux.	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non

¹¹ Une vérification plus rigoureuse (mais plus difficile à mettre en place) de cette hypothèse est fournie par Kendall, M. et A. Stuart dans 1979. The advanced theory of statistics, Volume 2: Inference and relationship. Chapitre 21, pg 152. Charles Griffin and Co. Ltd., London.

¹² Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

¹³ L'indépendance des ensembles de données est définie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Estimez la variable à tester, t ou Z, en utilisant la Feuille de travail d'analyse statistique n° 6 si les écarts sont égaux ou la Feuille de travail d'analyse statistique n° 7 si les écarts sont inégaux. Remplacez x_{1i}^* par x_{1i} dans tous les calculs.	
Taille de l'échantillon total $n = n_1 + n_2$	n :
Calculs – Cas A – $H_a: \mu_2 \neq (1-p\%)\mu_1$	
Si n ou dof _e ¹⁴ ≥ 30, trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,960
Si n ou dof _e ¹⁴ < 30, trouvez $t_{0,975, n-2}$ ou dof _e ¹⁵ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas B $H_a: \mu_2 < (1-p\%)\mu_1$	
Si n ou dof _e ¹¹ ≥ 30, trouvez $Z_{0,95}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,645
Si n ou dof _e ¹¹ < 30, trouvez $t_{0,95, n-2}$ ou dof _e ¹⁵ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas C $H_a: \mu_2 > (1-p\%)\mu_1$	
Si n ou dof _e ¹¹ ≥ 30, trouvez $Z_{0,05}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : -1,645
Si n ou dof _e ¹¹ < 30, trouvez $t_{0,95, n-2}$ or dof _e ¹² dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique, et multipliez-le par -1	valeur critique :

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si la variable à tester $|t|$ ou $|z| \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas B :

Si la variable à tester t ou $Z \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si la variable à tester t ou $Z \leq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

¹⁴ Pour la Feuille de travail d'analyse statistique n° 6, le choix de l'utilisation de Z ou t est basé sur n. Pour la Feuille de travail d'analyse statistique n° 7, le choix de l'utilisation de Z ou t est fondé sur le degré réel de liberté (dof_e).

¹⁵ Pour la Feuille de travail d'analyse statistique n° 6, le degré de liberté est n-2. Pour la Feuille de travail d'analyse statistique n° 7, le degré de liberté est dof_e.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée



6.5 Feuille de travail d'analyse statistique n° 5 – Test : Moyenne égale à une valeur précisée

$$H_0: \mu_1 = \mu_0$$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % que la moyenne n'est pas égale à une valeur, μ_0 précisée au préalable. La valeur μ_0 correspondra souvent à la performance qu'une technologie est supposée réaliser.

Hypothèses :

- L'ensemble de données est normalement distribué.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes¹⁶.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, l'ensemble de données est normalement distribué.	<input type="checkbox"/> Oui

Calculs courants	
Estimation de μ	\bar{x} :
Valeur supposée μ_0	μ_0 :
Taille de l'échantillon n	n :
Estimation de σ^2	s^2 :
$s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right)$	
Si $n < 30$, la variable à tester t est obtenue comme suit :	t :
$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$	
Si $n \geq 30$, la variable à tester Z est obtenue comme suit :	Z :
$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$	

¹⁶ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs – Cas A – $H_a : \mu_1 \neq \mu_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,960
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,975, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Calculs – Cas B – $H_a : \mu_1 < \mu_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,05}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : -1,645
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique et multipliez-le par -1.	valeur critique :

Calculs – Cas C – $H_a : \mu_1 > \mu_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,95}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,645
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si la variable à tester $|t|$ ou $|z| \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas B :

Si la variable à tester t ou $Z \leq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si la variable à tester t ou $Z \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée

6.6 Feuille de travail d'analyse statistique n° 6 - Test de l'égalité de deux moyennes quand les écarts des échantillons sont présumés égaux

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % si la différence des deux moyennes est égale à une valeur spécifiée au préalable d_0 . Si cette valeur est 0, nous vérifions que les deux moyennes sont égales ou $\mu_1 = \mu_2$. Les formules présentées ci-dessous s'appliquent lorsque les deux ensembles de données sont égaux ou inégaux en nombre.

Hypothèses :

- Les deux ensembles de données sont normalement distribués.
- Les écarts estimés à partir des deux ensembles de données sont égaux.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes¹⁷.
- Les ensembles de données sont indépendants les uns des autres¹⁸.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, les ensembles de données sont normalement distribués.	<input type="checkbox"/> Oui
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 3, les écarts sont égaux.	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Aucune utilisation Feuille de travail d'analyse statistique n° 7

Calculs courants	
Valeur d_0 précisée au préalable	d_0 :
Estimation de μ_1	\bar{x}_1 :
Estimation de μ_2	\bar{x}_2 :
n_1 :	n_2 :
Taille de l'échantillon total $n = n_1 + n_2$	n :

¹⁷ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

¹⁸ L'indépendance des ensembles de données est définie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Estimation de σ_1^2 $s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \left[\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i} \right)^2}{n_1} \right]$	s_1^2 :
Estimation de σ_2^2 $s_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \left[\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i} \right)^2}{n_2} \right]$	s_2^2 :
Estimation de la variance pondérée σ_p^2 $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$	s_p^2 :
Si $n_1 + n_2 - 2 < 30$, la variable à tester t est obtenue comme suit : $t = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right) - d_o}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	t :
Si $n_1 + n_2 - 2 \geq 30$, la variable à tester Z est obtenue comme suit : $Z = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right) - d_o}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	Z :
Calculs – Cas A – $H_a: \mu_1 \neq \mu_2 + d_o$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,960
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,975, n-2}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas B – $H_a: \mu_1 < \mu_2 + d_o$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,05}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : -1,645

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-2}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique et multipliez-le par -1.	valeur critique :
Calculs – Cas C – $H_a : \mu_1 > \mu_2 + d_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,95}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,645
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-2}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si la variable à tester $|t|$ ou $|z| \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas B :

Si la variable à tester t ou $Z \leq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si la variable à tester t ou $Z \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée

6.7 Feuille de travail d'analyse statistique n° 7 – Test de l'égalité de deux moyennes quand les écarts des échantillons sont présumés inégaux
 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % si la différence des deux moyennes est égale à une valeur spécifiée au préalable d_0 . Si cette valeur est 0, nous vérifions que les deux moyennes sont égales ou $\mu_1 = \mu_2$. Les formules présentées ci-dessous s'appliquent lorsque la taille des deux échantillons est égale ou inégale.

Hypothèses :

- Les deux ensembles de données sont normalement distribués.
- Les écarts estimés à partir des deux ensembles de données sont inégaux.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes¹⁹.
- Les ensembles de données sont indépendants les uns des autres²⁰.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, les ensembles de données sont normalement distribués.	<input type="checkbox"/> Oui
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 3, les écarts ne sont <u>pas</u> égaux.	<input type="checkbox"/> Oui

Calculs courants	
Valeur d_0 précisée au préalable	d_0 :
Estimation de μ_1	\bar{x}_1 :
Estimation de μ_2	\bar{x}_2 :
n_1 :	n_2 :
Taille de l'échantillon total $n = n_1 + n_2$	n :

¹⁹ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

²⁰ L'indépendance des ensembles de données est définie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Estimation de σ_1^2 $s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \left[\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i} \right)^2}{n_1} \right]$	s_1^2 :
Estimation de σ_2^2 $s_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \left[\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i} \right)^2}{n_2} \right]$	s_2^2 :
Estimation des degrés de liberté réels (dof_e) ²¹ $\text{dof}_e = \frac{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)^2}{\left[(s_1^2 / n_1)^2 / (n_1 - 1) \right] + \left[(s_2^2 / n_2)^2 / (n_2 - 1) \right]}$	dof_e :
Estimation de l'écart type pondéré $s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$	$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$:
Si $\text{dof}_e < 30$, la variable à tester t est obtenue comme suit : $t^* = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right) - d_o}{s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$	t^* :
Si $\text{dof}_e \geq 30$, la variable à tester Z est obtenue comme suit : $Z^* = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right) - d_o}{s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$	Z^* :
$\alpha = 0,05$	$1\alpha/2 = 0,975$
Calculs – Cas A – $H_a: \mu_1 \neq \mu_2 + d_o$	
Si $\text{dof}_e \geq 30$, trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,960

²¹ Si les degrés de liberté réels ne correspondent pas à un nombre entier, arrondissez la valeur au chiffre entier inférieur le plus proche pour conserver la valeur α indiquée.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Si $dof_e < 30$, trouvez $t_{0,975, dof_e}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas B – $H_a : \mu_1 < \mu_2 + d_o$	
Si $dof_e \geq 30$, trouvez $Z_{0,05}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : -1,645
Si $dof_e < 30$, trouvez $t_{0,95, dof_e}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique et multipliez-le par -1.	valeur critique :
Calculs – Cas C – $H_a : \mu_1 > \mu_2 + d_o$	
Si $dof_e \geq 30$, trouvez $Z_{0,95}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,645
Si $dof_e < 30$, trouvez $t_{0,95, dof_e}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si la variable à tester $|t^*|$ ou $|Z^*| \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas B :

Si la variable à tester t^* ou $Z^* \leq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si la variable à tester t^* ou $Z^* \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée

6.8 Feuille de travail d'analyse statistique n° 5 – Test : Valeur médiane égale à une valeur précisée
 H_0 : médiane = m_0

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % que la valeur médiane n'est pas égale à une valeur m_0 précisée au préalable. La valeur m_0 correspondra souvent à la performance qu'une technologie est supposée réaliser. Le test a présenté est le test de Wilcoxon pour observations appariées.

Hypothèses :

- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes²².
- La distribution de chaque d_i est symétrique²³.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, l'ensemble de données n'est pas normalement distribué.	<input type="checkbox"/> Vrai
Sur l'histogramme de fréquence qui permet une évaluation visuelle, les données sont symétriques.	<input type="checkbox"/> Vrai

Calculs courants	
Valeur précisée au préalable, m_0 .	m_0 :
Taille de l'échantillon n	n :
Triez les x_i de la plus grande à la plus petite.	
Calculez le vecteur d_i $d_i = m_0 - x_i$	
Classez les $ d_i $ de la plus petite à la plus grande pour obtenir un vecteur R_i de longueur n . Les $ d_i $ identiques sont affectés à la moyenne de classement qu'ils auraient reçus autrement.	
La variable à tester T^+ est $T^+ = \sum_{i=1}^n R_i$, si d_i est positive seulement.	T^+ :
Calculs – Cas A – H_a : médiane $\neq m_0$	
Trouvez $w_{0,025}$ dans le tableau B4, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique $w_{0,025}$:
valeur critique = $w_{0,975} = n(n + 1)/2 - w_{0,025}$	valeur critique $w_{0,975}$:

²² Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

²³ La notion de distribution symétrique est définie à l'annexe D.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Calculs – Cas B – H_a : médiane < m_o	
Trouvez $w_{0,05}$ dans le tableau B4, Annexe B, Protocole de vérification générique.	$w_{0,05}$:
valeur critique = $w_{0,950} = n(n + 1)/2 - w_{0,05}$	valeur critique $w_{0,95}$:
Calculs – Cas C – H_a : médiane > m_o	
Trouvez $w_{0,05}$ dans le tableau B4, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique $w_{0,05}$:

Règle de décision

Conclusion – Cas A :

Si $T^+ < w_{0,025}$ ou si $T^+ > w_{0,975}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange. La médiane n'est pas égale à m_o .

Conclusion – Cas B :

Si $T^+ \geq w_{0,95}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange. La médiane est $< m_o$.

Conclusion – Cas C :

Si $T^+ \leq w_{0,05}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange. La médiane est $> m_o$.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée

6.9 Feuille de travail d'analyse statistique n° 9 – Test de l'égalité de deux valeurs médianes

$$H_0: \text{médiane}_1 - \text{médiane}_2 = d_0$$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % si la différence entre deux valeurs médianes est égale à une valeur spécifiée au préalable d_0 . Si cette valeur est 0, nous vérifions que les deux valeurs médianes sont égales ou que $\text{médiane}_1 = \text{médiane}_2$. Les formules présentées ci-dessous s'appliquent lorsque la des deux échantillons est égale ou inégale et ne suppose aucune forme de distribution. Le test Mann-Whitney utilise le classement des ensembles de données pour tester les hypothèses.

Hypothèses :

- Les ensembles de données sont indépendants les uns des autres²⁴.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes²⁵.

Description des données et tests d'hypothèses	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n°1, les ensembles de données ne sont pas normalement distribués.	<input type="checkbox"/> Oui

Calculs courants	
Valeur précisée au préalable, d_0 .	d_0 :
Taille de l'échantillon du groupe 1.	n_1 :
La taille de l'échantillon du groupe 2.	n_2 :
Taille de l'échantillon total $n = n_1 + n_2$	n :

Procédure d'essai	
Classez les observations combinées des groupes 1 et 2 de telle sorte que les rangs $R(x_i)$ aillent de 1 à n . En cas de rang identique ou égal, affectez la moyenne des rangs qui auraient été affectés autrement.	

²⁴ L'indépendance de deux ensembles de données est définie à la section 4.4.

²⁵ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Variable à tester T $T = \sum_{i=1}^{n_1} R(X_i)$, où X_i correspond aux observations n_1 du groupe 1.	T :
Calculs – Cas A – H_a: médiane₁ ≠ médiane₂ + d_o	
Trouvez $w_{0,025}$ dans le tableau B7, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique $w_{0,025}$:
$w_{0,975} = n_1(n + 1) - w_{0,025}$	valeur critique $w_{0,975}$:
Calculs – Cas B – H_a: médiane₁ < médiane₂ + d_o	
Trouvez $w_{0,05}$ dans le tableau B4, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique $w_{0,05}$:
Calculs – Cas C – H_a: médiane₁ > médiane₂ + d_o	
Trouvez la valeur de $w_{0,05}$ dans le tableau B4, Annexe B, Protocole de vérification générique.	$w_{0,05}$:
$w_{0,95} = n_1(n + 1) - w_{0,05}$	valeur critique $w_{0,95}$:

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si $T < w_{0,025}$ ou si $T > w_{0,975}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas B :

Si $T < w_{0,05}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si $T > w_{0,95}$ nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée

6.10 Feuille de travail d'analyse statistique n° 10 – Test de la différence de moyenne des observations appariées

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

Ce test sert à déterminer à un niveau de confiance de 95 % si la différence des moyennes de deux variables appariées est égale à une valeur spécifiée au préalable d_0 . Si cette valeur est 0, nous vérifions que les deux moyennes sont égales ou $\mu_1 = \mu_2$.

Hypothèses :

- Le vecteur de différences²⁶ est normalement distribué.
- Les ensembles de données sont de la même taille.
- Les x_i observations qui constituent l'ensemble de données sont indépendantes²⁷.

Description des données	
Paramètre :	Unités :
Emplacement des données	<input type="checkbox"/> page jointe
Nom de fichier et emplacement	<input type="checkbox"/> base de données électronique

Calculs préalables au test et tests des hypothèses		
Calculez la différence $d_i = x_{1i} - x_{2i}$ pour chaque paire d'observations. Vous obtiendrez alors un vecteur de n observations. Effectuez les calculs subséquents sur la différence d_i .		
En se fondant sur la Feuille de travail d'analyse statistique n° 1, le vecteur de différences est normalement distribué.	<input type="checkbox"/> Oui Continuez.	<input type="checkbox"/> Non Voir ci-dessous
Si des données sont anormales, la valeur médiane du vecteur de différences peut être utilisée pour tester $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$, en testant H_0 : médiane de $d_i = d_0$, en utilisant la Feuille de travail d'analyse statistique n° 8.		

Calculs courants	
Valeur précisée au préalable, d_0 .	d_0 :
La taille de l'échantillon n correspond au nombre de différences.	n :

²⁶ La différence est décrite dans « Calculs préalables au test et tests des hypothèses ».

²⁷ Une définition non rigoureuse de la notion d'indépendance est fournie à la section 4.4.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Calculs courants	
Estimation de μ_d $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$	\bar{d} :
Estimation de σ^2 $s^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n d_i \right)^2}{n} \right]$	s^2 :
Si $n < 30$, la variable à tester t est obtenue comme suit : $t = \frac{\bar{d} - d_0}{s/\sqrt{n}}$	t :
Si $n \geq 30$, la variable à tester Z est obtenue comme suit : $Z = \frac{\bar{d} - d_0}{s/\sqrt{n}}$	Z :
Calculs – Cas A – $H_a: \mu_1 \neq \mu_2 + d_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,975}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,960
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,975, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :
Calculs – Cas B - $H_a: \mu_1 < \mu_2 + d_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,05}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : -1,645
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique et multipliez-le par -1.	valeur critique :
Calculs – Cas C - $H_a: \mu_1 > \mu_2 + d_0$	
Si $n \geq 30$, trouvez $Z_{0,95}$ dans le tableau B1, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique : 1,645
Si $n < 30$, trouvez $t_{0,95, n-1}$ dans le tableau B2, Annexe B, Protocole de vérification générique.	valeur critique :

Règle de décision

Conclusions – Cas A :

Si la variable à tester $|t|$ ou $|z| \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe A – Feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS)

Conclusions – Cas B :

Si la variable à tester t ou $Z \leq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Conclusions – Cas C :

Si la variable à tester t ou $Z \geq$ valeur critique, nous refusons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse de rechange.

Hypothèse nulle : Non refusée Refusée

Hypothèse de rechange : Acceptée Non acceptée



Vérification des technologies environnementales

Protocole de vérification générique

Annexe B

Tableaux statistiques

Juin 2012



**Environment
Canada**

**Environnement
Canada**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau B1.	Zone dans le cadre d'une distribution normale	2
Tableau B2.	Points de pourcentage de la distribution t	5
Tableau B3.	Valeurs de $F_{0,95}$ * (Feuille de travail d'analyse statistique n°3).....	6
Tableau B4.	Quartiles du test de Wilcoxon pour observations appariées* (Feuille de travail d'analyse statistique n°8)	8
Tableau B5.	Quartiles du test de Mann-Whitney* (Feuille de travail d'analyse statistique n° 9)	11



Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B1. Zone dans le cadre d'une distribution normale

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
-3,50	0,0002	-3,05	0,0011	-2,60	0,0047	-2,15	0,0158	-1,70	0,0446	-1,25	0,1056
-3,49	0,0002	-3,04	0,0012	-2,59	0,0048	-2,14	0,0162	-1,69	0,0455	-1,24	0,1075
-3,48	0,0003	-3,03	0,0012	-2,58	0,0049	-2,13	0,0166	-1,68	0,0465	-1,23	0,1093
-3,47	0,0003	-3,02	0,0013	-2,57	0,0051	-2,12	0,0170	-1,67	0,0475	-1,22	0,1112
-3,46	0,0003	-3,01	0,0013	-2,56	0,0052	-2,11	0,0174	-1,66	0,0485	-1,21	0,1131
-3,45	0,0003	-3,00	0,0013	-2,55	0,0054	-2,10	0,0179	-1,65	0,0495	-1,20	0,1151
-3,44	0,0003	-2,99	0,0014	-2,54	0,0055	-2,09	0,0183	-1,64	0,0505	-1,19	0,1170
-3,43	0,0003	-2,98	0,0014	-2,53	0,0057	-2,08	0,0188	-1,63	0,0516	-1,18	0,1190
-3,42	0,0003	-2,97	0,0015	-2,52	0,0059	-2,07	0,0192	-1,62	0,0526	-1,17	0,1210
-3,41	0,0003	-2,96	0,0015	-2,51	0,0060	-2,06	0,0197	-1,61	0,0537	-1,16	0,1230
-3,40	0,0003	-2,95	0,0016	-2,50	0,0062	-2,05	0,0202	-1,60	0,0548	-1,15	0,1251
-3,39	0,0003	-2,94	0,0016	-2,49	0,0064	-2,04	0,0207	-1,59	0,0559	-1,14	0,1271
-3,38	0,0004	-2,93	0,0017	-2,48	0,0066	-2,03	0,0212	-1,58	0,0571	-1,13	0,1292
-3,37	0,0004	-2,92	0,0018	-2,47	0,0068	-2,02	0,0217	-1,57	0,0582	-1,12	0,1314
-3,36	0,0004	-2,91	0,0018	-2,46	0,0069	-2,01	0,0222	-1,56	0,0594	-1,11	0,1335
-3,35	0,0004	-2,90	0,0019	-2,45	0,0071	-2,00	0,0228	-1,55	0,0606	-1,10	0,1357
-3,34	0,0004	-2,89	0,0019	-2,44	0,0073	-1,99	0,0233	-1,54	0,0618	-1,09	0,1379
-3,33	0,0004	-2,88	0,0020	-2,43	0,0075	-1,98	0,0239	-1,53	0,0630	-1,08	0,1401
-3,32	0,0005	-2,87	0,0021	-2,42	0,0078	-1,97	0,0244	-1,52	0,0643	-1,07	0,1423
-3,31	0,0005	-2,86	0,0021	-2,41	0,0080	-1,96	0,0250	-1,51	0,0655	-1,06	0,1446
-3,30	0,0005	-2,85	0,0022	-2,40	0,0082	-1,95	0,0256	-1,50	0,0668	-1,05	0,1469
-3,29	0,0005	-2,84	0,0023	-2,39	0,0084	-1,94	0,0262	-1,49	0,0681	-1,04	0,1492
-3,28	0,0005	-2,83	0,0023	-2,38	0,0087	-1,93	0,0268	-1,48	0,0694	-1,03	0,1515
-3,27	0,0005	-2,82	0,0024	-2,37	0,0089	-1,92	0,0274	-1,47	0,0708	-1,02	0,1539
-3,26	0,0006	-2,81	0,0025	-2,36	0,0091	-1,91	0,0281	-1,46	0,0721	-1,01	0,1562
-3,25	0,0006	-2,80	0,0026	-2,35	0,0094	-1,90	0,0287	-1,45	0,0735	-1,00	0,1587
-3,24	0,0006	-2,79	0,0026	-2,34	0,0096	-1,89	0,0294	-1,44	0,0749	-0,99	0,1611
-3,23	0,0006	-2,78	0,0027	-2,33	0,0099	-1,88	0,0301	-1,43	0,0764	-0,98	0,1635
-3,22	0,0006	-2,77	0,0028	-2,32	0,0102	-1,87	0,0307	-1,42	0,0778	-0,97	0,1660
-3,21	0,0007	-2,76	0,0029	-2,31	0,0104	-1,86	0,0314	-1,41	0,0793	-0,96	0,1685
-3,20	0,0007	-2,75	0,0030	-2,30	0,0107	-1,85	0,0322	-1,40	0,0808	-0,95	0,1711
-3,19	0,0007	-2,74	0,0031	-2,29	0,0110	-1,84	0,0329	-1,39	0,0823	-0,94	0,1736
-3,18	0,0007	-2,73	0,0032	-2,28	0,0113	-1,83	0,0336	-1,38	0,0838	-0,93	0,1762
-3,17	0,0008	-2,72	0,0033	-2,27	0,0116	-1,82	0,0344	-1,37	0,0853	-0,92	0,1788
-3,16	0,0008	-2,71	0,0034	-2,26	0,0119	-1,81	0,0351	-1,36	0,0869	-0,91	0,1814
-3,15	0,0008	-2,70	0,0035	-2,25	0,0122	-1,80	0,0359	-1,35	0,0885	-0,90	0,1841
-3,14	0,0008	-2,69	0,0036	-2,24	0,0125	-1,79	0,0367	-1,34	0,0901	-0,89	0,1867
-3,13	0,0009	-2,68	0,0037	-2,23	0,0129	-1,78	0,0375	-1,33	0,0918	-0,88	0,1894
-3,12	0,0009	-2,67	0,0038	-2,22	0,0132	-1,77	0,0384	-1,32	0,0934	-0,87	0,1922
-3,11	0,0009	-2,66	0,0039	-2,21	0,0136	-1,76	0,0392	-1,31	0,0951	-0,86	0,1949
-3,10	0,0010	-2,65	0,0040	-2,20	0,0139	-1,75	0,0401	-1,30	0,0968	-0,85	0,1977
-3,09	0,0010	-2,64	0,0041	-2,19	0,0143	-1,74	0,0409	-1,29	0,0985	-0,84	0,2005
-3,08	0,0010	-2,63	0,0043	-2,18	0,0146	-1,73	0,0418	-1,28	0,1003	-0,83	0,2033
-3,07	0,0011	-2,62	0,0044	-2,17	0,0150	-1,72	0,0427	-1,27	0,1020	-0,82	0,2061
-3,06	0,0011	-2,61	0,0045	-2,16	0,0154	-1,71	0,0436	-1,26	0,1038	-0,81	0,2090
-0,80	0,2119	-0,35	0,3632	0,10	0,5398	0,55	0,7088	1,00	0,8413	1,45	0,9265
-0,79	0,2148	-0,34	0,3669	0,11	0,5438	0,56	0,7123	1,01	0,8438	1,46	0,9279
-0,78	0,2177	-0,33	0,3707	0,12	0,5478	0,57	0,7157	1,02	0,8461	1,47	0,9292

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B1. Zone dans le cadre d'une distribution normale

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
-0,77	0,2206	-0,32	0,3745	0,13	0,5517	0,58	0,7190	1,03	0,8485	1,48	0,9306
-0,76	0,2236	-0,31	0,3783	0,14	0,5557	0,59	0,7224	1,04	0,8508	1,49	0,9319
-0,75	0,2266	-0,30	0,3821	0,15	0,5596	0,60	0,7257	1,05	0,8531	1,50	0,9332
-0,74	0,2296	-0,29	0,3859	0,16	0,5636	0,61	0,7291	1,06	0,8554	1,51	0,9345
-0,73	0,2327	-0,28	0,3897	0,17	0,5675	0,62	0,7324	1,07	0,8577	1,52	0,9357
-0,72	0,2358	-0,27	0,3936	0,18	0,5714	0,63	0,7357	1,08	0,8599	1,53	0,9370
-0,71	0,2389	-0,26	0,3974	0,19	0,5753	0,64	0,7389	1,09	0,8621	1,54	0,9382
-0,70	0,2420	-0,25	0,4013	0,20	0,5793	0,65	0,7422	1,10	0,8643	1,55	0,9394
-0,69	0,2451	-0,24	0,4052	0,21	0,5832	0,66	0,7454	1,11	0,8665	1,56	0,9406
-0,68	0,2483	-0,23	0,4090	0,22	0,5871	0,67	0,7486	1,12	0,8686	1,57	0,9418
-0,67	0,2514	-0,22	0,4129	0,23	0,5910	0,68	0,7517	1,13	0,8708	1,58	0,9429
-0,66	0,2546	-0,21	0,4168	0,24	0,5948	0,69	0,7549	1,14	0,8729	1,59	0,9441
-0,65	0,2578	-0,20	0,4207	0,25	0,5987	0,70	0,7580	1,15	0,8749	1,60	0,9452
-0,64	0,2611	-0,19	0,4247	0,26	0,6026	0,71	0,7611	1,16	0,8770	1,61	0,9463
-0,63	0,2643	-0,18	0,4286	0,27	0,6064	0,72	0,7642	1,17	0,8790	1,62	0,9474
-0,62	0,2676	-0,17	0,4325	0,28	0,6103	0,73	0,7673	1,18	0,8810	1,63	0,9484
-0,61	0,2709	-0,16	0,4364	0,29	0,6141	0,74	0,7704	1,19	0,8830	1,64	0,9495
-0,60	0,2743	-0,15	0,4404	0,30	0,6179	0,75	0,7734	1,20	0,8849	1,65	0,9505
-0,59	0,2776	-0,14	0,4443	0,31	0,6217	0,76	0,7764	1,21	0,8869	1,66	0,9515
-0,58	0,2810	-0,13	0,4483	0,32	0,6255	0,77	0,7794	1,22	0,8888	1,67	0,9525
-0,57	0,2843	-0,12	0,4522	0,33	0,6293	0,78	0,7823	1,23	0,8907	1,68	0,9535
-0,56	0,2877	-0,11	0,4562	0,34	0,6331	0,79	0,7852	1,24	0,8925	1,69	0,9545
-0,55	0,2912	-0,10	0,4602	0,35	0,6368	0,80	0,7881	1,25	0,8944	1,70	0,9554
-0,54	0,2946	-0,09	0,4641	0,36	0,6406	0,81	0,7910	1,26	0,8962	1,71	0,9564
-0,53	0,2981	-0,08	0,4681	0,37	0,6443	0,82	0,7939	1,27	0,8980	1,72	0,9573
-0,52	0,3015	-0,07	0,4721	0,38	0,6480	0,83	0,7967	1,28	0,8997	1,73	0,9582
-0,51	0,3050	-0,06	0,4761	0,39	0,6517	0,84	0,7995	1,29	0,9015	1,74	0,9591
-0,50	0,3085	-0,05	0,4801	0,40	0,6554	0,85	0,8023	1,30	0,9032	1,75	0,9599
-0,49	0,3121	-0,04	0,4840	0,41	0,6591	0,86	0,8051	1,31	0,9049	1,76	0,9608
-0,48	0,3156	-0,03	0,4880	0,42	0,6628	0,87	0,8078	1,32	0,9066	1,77	0,9616
-0,47	0,3192	-0,02	0,4920	0,43	0,6664	0,88	0,8106	1,33	0,9082	1,78	0,9625
-0,46	0,3228	-0,01	0,4960	0,44	0,6700	0,89	0,8133	1,34	0,9099	1,79	0,9633
-0,45	0,3264	0,00	0,5000	0,45	0,6736	0,90	0,8159	1,35	0,9115	1,80	0,9641
-0,44	0,3300	0,01	0,5040	0,46	0,6772	0,91	0,8186	1,36	0,9131	1,81	0,9649
-0,43	0,3336	0,02	0,5080	0,47	0,6808	0,92	0,8212	1,37	0,9147	1,82	0,9656
-0,42	0,3372	0,03	0,5120	0,48	0,6844	0,93	0,8238	1,38	0,9162	1,83	0,9664
-0,41	0,3409	0,04	0,5160	0,49	0,6879	0,94	0,8264	1,39	0,9177	1,84	0,9671
-0,40	0,3446	0,05	0,5199	0,50	0,6915	0,95	0,8289	1,40	0,9192	1,85	0,9678
-0,39	0,3483	0,06	0,5239	0,51	0,6950	0,96	0,8315	1,41	0,9207	1,86	0,9686
-0,38	0,3520	0,07	0,5279	0,52	0,6985	0,97	0,8340	1,42	0,9222	1,87	0,9693
-0,37	0,3557	0,08	0,5319	0,53	0,7019	0,98	0,8365	1,43	0,9236	1,88	0,9699
-0,36	0,3594	0,09	0,5359	0,54	0,7054	0,99	0,8389	1,44	0,9251	1,89	0,9706
1,90	0,9713	2,20	0,9861	2,50	0,9938	2,80	0,9974	3,10	0,9990	3,40	0,9997
1,91	0,9719	2,21	0,9864	2,51	0,9940	2,81	0,9975	3,11	0,9991	3,41	0,9997
1,92	0,9726	2,22	0,9868	2,52	0,9941	2,82	0,9976	3,12	0,9991	3,42	0,9997
1,93	0,9732	2,23	0,9871	2,53	0,9943	2,83	0,9977	3,13	0,9991	3,43	0,9997
1,94	0,9738	2,24	0,9875	2,54	0,9945	2,84	0,9977	3,14	0,9992	3,44	0,9997
1,95	0,9744	2,25	0,9878	2,55	0,9946	2,85	0,9978	3,15	0,9992	3,45	0,9997



Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B1. Zone dans le cadre d'une distribution normale

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
1,96	0,9750	2,26	0,9881	2,56	0,9948	2,86	0,9979	3,16	0,9992	3,46	0,9997
1,97	0,9756	2,27	0,9884	2,57	0,9949	2,87	0,9979	3,17	0,9992	3,47	0,9997
1,98	0,9761	2,28	0,9887	2,58	0,9951	2,88	0,9980	3,18	0,9993	3,48	0,9997
1,99	0,9767	2,29	0,9890	2,59	0,9952	2,89	0,9981	3,19	0,9993	3,49	0,9998
2,00	0,9772	2,30	0,9893	2,60	0,9953	2,90	0,9981	3,20	0,9993	3,50	0,9998
2,01	0,9778	2,31	0,9896	2,61	0,9955	2,91	0,9982	3,21	0,9993		
2,02	0,9783	2,32	0,9898	2,62	0,9956	2,92	0,9982	3,22	0,9994		
2,03	0,9788	2,33	0,9901	2,63	0,9957	2,93	0,9983	3,23	0,9994		
2,04	0,9793	2,34	0,9904	2,64	0,9959	2,94	0,9984	3,24	0,9994		
2,05	0,9798	2,35	0,9906	2,65	0,9960	2,95	0,9984	3,25	0,9994		
2,06	0,9803	2,36	0,9909	2,66	0,9961	2,96	0,9985	3,26	0,9994		
2,07	0,9808	2,37	0,9911	2,67	0,9962	2,97	0,9985	3,27	0,9995		
2,08	0,9812	2,38	0,9913	2,68	0,9963	2,98	0,9986	3,28	0,9995		
2,09	0,9817	2,39	0,9916	2,69	0,9964	2,99	0,9986	3,29	0,9995		
2,10	0,9821	2,40	0,9918	2,70	0,9965	3,00	0,9987	3,30	0,9995		
2,11	0,9826	2,41	0,9920	2,71	0,9966	3,01	0,9987	3,31	0,9995		
2,12	0,9830	2,42	0,9922	2,72	0,9967	3,02	0,9987	3,32	0,9995		
2,13	0,9834	2,43	0,9925	2,73	0,9968	3,03	0,9988	3,33	0,9996		
2,14	0,9838	2,44	0,9927	2,74	0,9969	3,04	0,9988	3,34	0,9996		
2,15	0,9842	2,45	0,9929	2,75	0,9970	3,05	0,9989	3,35	0,9996		
2,16	0,9846	2,46	0,9931	2,76	0,9971	3,06	0,9989	3,36	0,9996		
2,17	0,9850	2,47	0,9932	2,77	0,9972	3,07	0,9989	3,37	0,9996		
2,18	0,9854	2,48	0,9934	2,78	0,9973	3,08	0,9990	3,38	0,9996		
2,19	0,9857	2,49	0,9936	2,79	0,9974	3,09	0,9990	3,39	0,9997		

Tableau B2. Points de pourcentage de la distribution t

df*	t _{0,6}	t _{0,7}	t _{0,8}	t _{0,9}	t _{0,95}	t _{0,975}	t _{0,99}	t _{0,995}
1	0,3249	0,7265	1,3764	3,0777	6,3138	12,706	31,821	63,657
2	0,2887	0,6172	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	0,2767	0,5844	0,9785	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	0,2707	0,5686	0,9410	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	0,2672	0,5594	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,2648	0,5534	0,9057	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,2632	0,5491	0,8960	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	0,2619	0,5459	0,8889	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	0,2610	0,5435	0,8834	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,2602	0,5415	0,8791	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,2596	0,5399	0,8755	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,2590	0,5386	0,8726	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,2586	0,5375	0,8702	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	0,2582	0,5366	0,8681	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	0,2579	0,5357	0,8662	1,3406	1,7531	2,1314	2,6025	2,9467
16	0,2576	0,5350	0,8647	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	0,2573	0,5344	0,8633	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	0,2571	0,5338	0,8620	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	0,2569	0,5333	0,8610	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	0,2567	0,5329	0,8600	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	0,2566	0,5325	0,8591	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	0,2564	0,5321	0,8583	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	0,2563	0,5317	0,8575	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	0,2562	0,5314	0,8569	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969
25	0,2561	0,5312	0,8562	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	0,2560	0,5309	0,8557	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	0,2559	0,5306	0,8551	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	0,2558	0,5304	0,8546	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	0,2557	0,5302	0,8542	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	0,2556	0,5300	0,8538	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500
31	0,2555	0,5298	0,8534	1,3095	1,6955	2,0395	2,4528	2,7440
32	0,2555	0,5297	0,8530	1,3086	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385
33	0,2554	0,5295	0,8526	1,3077	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333
34	0,2553	0,5294	0,8523	1,3070	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284
35	0,2553	0,5292	0,8520	1,3062	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238
36	0,2552	0,5291	0,8517	1,3055	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195

* df – degrés de liberté

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B3. Valeurs de $F_{0,95}^*$ (Feuille de travail d'analyse statistique n° 3)

V_2 – Degrés de liberté – Dénominateur	V_1 = Degrés de liberté – Numérateur																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,38	2,38	2,30	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,93
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

* Ce tableau est reproduit à partir de Miller et Freund, « Probability and Statistics for Engineers ».

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B3. Valeurs de $F_{0,975}^*$ (Feuille de travail d'analyse statistique n° 3)

V_2 – Degrés de liberté – Dénominateur	V_1 = Degrés de liberté – Dénominateur																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	648	800	864	890	923	937	948	957	963	969	977	985	993	997	1001	1006	1010	1014	1018
2	38,5	39,0	39,2	39,3	39,3	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
3	17,4	16,0	15,4	15,1	14,9	14,7	14,6	14,5	14,5	14,4	14,3	14,3	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	14,0	13,9
4	12,2	10,7	10,0	9,60	9,36	9,20	9,07	8,98	8,90	8,75	8,75	8,66	8,56	8,51	8,46	8,41	8,36	8,31	8,26
5	10,0	8,43	7,76	7,39	7,15	6,98	6,85	6,76	6,68	6,62	6,52	6,43	6,33	6,28	6,23	6,18	6,12	6,07	6,02
6	8,81	7,26	6,60	6,23	5,99	5,82	5,70	5,60	5,52	5,46	5,37	5,27	5,17	5,12	5,07	5,01	4,96	4,90	4,85
7	8,07	6,54	5,89	5,52	5,29	5,12	5,70	4,90	4,82	4,76	4,67	4,57	4,47	4,42	4,36	4,31	4,25	4,20	4,14
8	7,67	6,06	5,42	5,05	4,82	4,65	4,53	4,43	4,36	4,30	4,20	4,10	4,00	3,95	3,89	3,84	3,78	3,73	3,67
9	7,21	5,71	5,08	4,72	4,48	4,32	4,20	4,10	4,03	3,96	3,87	3,77	3,67	3,61	3,56	3,51	3,45	3,39	3,33
10	6,94	5,46	4,83	4,47	4,24	4,07	3,95	3,85	3,78	3,72	3,62	3,52	3,42	3,37	3,31	3,26	3,20	3,14	3,08
11	6,72	5,26	4,63	4,28	4,04	3,88	3,76	3,66	3,59	3,53	3,43	3,33	3,23	3,17	3,12	3,06	3,00	2,94	2,88
12	6,55	5,10	4,47	4,12	3,89	3,73	3,61	3,51	3,44	3,37	3,28	3,18	3,07	3,02	2,96	2,91	2,85	2,79	2,72
13	6,41	4,97	4,35	4,00	3,77	3,60	3,48	3,39	3,31	3,25	3,15	3,05	2,95	2,89	2,84	2,78	2,72	2,66	2,60
14	6,30	4,86	4,24	3,89	3,66	3,50	3,38	3,29	3,21	3,15	3,05	2,95	2,84	2,79	2,73	2,67	2,61	2,55	2,49
15	6,20	4,77	4,15	3,80	3,58	3,41	3,29	3,20	3,12	3,06	2,96	2,86	2,76	2,70	2,64	2,59	2,52	2,46	2,40
16	6,12	4,69	4,08	3,73	3,50	3,34	3,22	3,12	3,05	2,99	2,89	2,79	2,68	2,63	2,57	2,51	2,45	2,38	2,32
17	6,04	4,62	4,01	3,66	3,44	3,28	3,16	3,06	2,98	2,92	2,82	2,72	2,62	2,56	2,5	2,44	2,38	2,32	2,25
18	5,98	4,56	3,95	3,61	3,38	3,22	3,10	3,01	2,93	2,87	2,77	2,67	2,56	2,50	2,44	2,38	2,32	2,26	2,19
19	5,92	4,51	3,90	3,56	3,33	3,17	3,05	2,96	2,88	2,82	2,72	2,62	2,51	2,45	2,39	2,33	2,27	2,20	2,13
20	5,87	4,46	3,86	3,51	3,29	3,13	3,01	2,91	2,84	2,77	2,68	2,57	2,46	2,41	2,35	2,29	2,22	2,16	2,09
21	5,83	4,42	3,82	3,48	3,25	3,09	2,97	2,87	2,80	2,73	2,64	2,53	2,42	2,37	2,31	2,25	2,18	2,11	2,04
22	5,79	4,38	3,78	3,44	3,22	3,05	2,93	2,84	2,76	2,70	2,60	2,50	2,39	2,33	2,27	2,21	2,14	2,08	2,00
23	5,75	4,35	3,75	3,41	3,18	3,02	2,90	2,81	2,73	2,67	2,57	2,47	2,36	2,30	2,24	2,18	2,11	2,04	1,97
24	5,72	4,32	3,72	3,38	3,15	2,99	2,87	2,78	2,70	2,64	2,54	2,44	2,33	2,27	2,21	2,15	2,08	2,01	1,94
25	5,69	4,29	3,69	3,35	3,13	2,97	2,85	2,75	2,68	2,61	2,51	2,41	2,30	2,24	2,18	2,12	2,05	1,98	1,91
30	5,57	4,18	3,59	3,25	3,03	2,87	2,75	2,65	2,57	2,51	2,41	2,31	2,20	2,14	2,07	2,01	1,94	1,87	1,79
40	5,42	4,05	3,46	3,13	2,90	2,74	2,62	2,53	2,45	2,39	2,29	2,18	2,07	2,01	1,94	1,88	1,80	1,72	1,64
60	5,29	3,93	3,34	3,01	2,79	2,63	2,51	2,41	2,33	2,27	2,17	2,06	1,94	1,88	1,82	1,74	1,67	1,58	1,48
120	5,15	3,80	3,23	2,89	2,67	2,52	2,39	2,30	2,22	2,16	2,05	1,94	1,82	1,76	1,69	1,61	1,53	1,43	1,31
∞	5,02	3,69	3,12	2,79	2,57	2,41	2,29	2,19	2,11	2,05	1,94	1,83	1,71	1,64	1,57	1,48	1,39	1,27	1,00



Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique
Annexe B – Tableaux statistiques

Tableau B4. Quartiles du test de Wilcoxon pour observations appariées* (Feuille de travail d'analyse statistique n° 8)

n	α									n(n+1)/2
	0,005	0,010	0,025	0,050	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	
4	0	0	0	0	1	3	3	4	5	10
5	0	0	0	1	3	4	5	6	7,50	15
6	0	0	1	3	4	6	8	9	10,50	21
7	0	1	3	4	6	9	11	12	14	28
8	1	2	4	6	9	12	14	16	18	36
9	2	4	6	9	11	15	18	20	22,50	45
10	4	6	9	11	15	19	22	25	27,50	55
11	6	8	11	14	18	23	27	30	33	66
12	8	10	14	18	22	28	32	36	39	78
13	10	13	18	22	27	33	38	42	45,50	91
14	13	16	22	26	32	39	44	48	52,50	105
15	16	20	26	31	37	45	51	55	60	120
16	20	24	30	36	43	51	58	63	68	136
17	24	28	35	42	49	58	65	71	76,50	153
18	28	33	41	48	56	66	73	80	85,50	171
19	33	38	47	54	63	74	82	89	95	190
20	38	44	53	61	70	83	91	98	105	210
21	44	50	59	68	78	91	100	108	115,50	231
22	49	56	67	76	87	100	110	119	126,50	253
23	55	63	74	84	95	110	120	130	138	276
24	62	70	82	92	105	120	131	141	150	300
25	69	77	90	101	114	131	143	153	162,50	325
26	76	85	99	111	125	142	155	165	175,50	351
27	84	94	108	120	135	154	167	178	189	378
28	92	102	117	131	146	166	180	192	203	406
29	101	111	127	141	158	178	193	206	217,50	435
30	110	121	138	152	170	191	207	220	232,50	465
31	119	131	148	164	182	205	221	235	248	496
32	129	141	160	176	195	219	236	250	264	528
33	139	152	171	188	208	233	251	266	280,50	561
34	149	163	183	201	222	248	266	282	297,50	595
35	160	175	196	214	236	263	283	299	315	630
36	172	187	209	228	251	279	299	317	333	666
37	184	199	222	242	266	295	316	335	351,50	703
38	196	212	236	257	282	312	334	353	370,50	741
39	208	225	250	272	298	329	352	372	390	780
40	221	239	265	287	314	347	371	391	410	820
41	235	253	280	303	331	365	390	411	430,50	861
42	248	267	295	320	349	384	409	431	451,50	903
43	263	282	311	337	366	403	429	452	473	946
44	277	297	328	354	385	422	450	473	495	990
45	292	313	344	372	403	442	471	495	517,50	1 035
46	308	329	362	390	423	463	492	517	540,50	1 081
47	324	346	379	408	442	484	514	540	564	1 128
48	340	363	397	428	463	505	536	563	588	1 176
49	357	381	416	447	483	527	559	587	612,50	1 225
50	374	398	435	467	504	550	583	611	637,50	1 275

* Les entrées du tableau sont les w_α du test de Wilcoxon pour observations appariées T^+ , où $P(T^+ < w_\alpha) \leq \alpha$.

Programme VTE canadien – Protocole de vérification générique

Annexe B – Tableaux statistiques

Si $n > 50$ alors effectuez un calcul approché de w_α avec la formule suivante :

$$w_\alpha = n(n+1)/4 + Z_\alpha \sqrt{n(n+1)(2n+1)/24}, \text{ où } Z_\alpha \text{ est le quartile normal standard.}$$

Les quartiles de w_α pour $\alpha > 0,5$ peuvent être calculés comme suit :

$$w_\alpha = n(n+1)/2 - w_{1-\alpha}$$



Page intentionnellement laissée en blanc



Tableau B5. Quartiles du test de Mann-Whitney* (Feuille de travail d'analyse statistique n° 9)

α	n_2		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	n_1																						
0,001	2		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
0,005			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	
0,010			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
0,025			3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
0,050			3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
0,100			3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	11	11
0,001	3		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	
0,005			6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	
0,010			6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11	12	
0,025			6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	
0,050			6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	17	18	
0,100			7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17	17	18	19	20	21	21	22	
0,001	4		10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	14	14	
0,005			10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17	17	18	18	19	
0,010			10	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	20	20	21	
0,025			10	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	
0,050			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	28	29	
0,100			11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	32	33	
0,001			15	15	15	15	15	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	23	23	23	
0,005			15	15	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	28	29	

α	n_2		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	n_1																				
0,010	5		15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0,025			15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	27	28	29	30	31	33	34	35	36
0,050			16	17	18	20	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	35	36	38	39	41
0,100			17	18	20	21	23	24	26	28	29	31	33	34	36	38	39	41	43	44	46
0,001	6		21	21	21	21	21	21	23	24	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34
0,005			21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	37	38	39	40
0,010			21	21	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41	42	44
0,025			21	23	24	25	27	28	30	32	33	35	36	38	39	41	43	44	46	47	49
0,050			22	24	25	27	29	30	32	34	36	38	39	41	43	45	47	48	50	52	54
0,100			23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	56	58	60
0,001	7		28	28	28	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45
0,005			28	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	48	50	51	53
0,010			28	29	30	32	33	35	36	38	40	41	43	45	46	48	50	52	53	55	57
0,025			28	30	32	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63
0,050			29	31	33	35	37	40	42	44	46	48	50	53	55	57	59	62	64	66	68
0,100			30	33	35	37	40	42	45	47	50	52	55	57	60	62	65	67	70	72	75
0,001	8		36	36	36	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
0,005			36	36	38	39	41	43	44	46	48	50	52	54	55	57	59	61	63	65	67
0,010			36	37	39	41	43	44	46	48	50	52	54	56	59	61	63	65	67	69	71
0,025			37	39	41	43	45	47	50	52	54	56	59	61	63	66	68	71	73	75	78
0,050			38	40	42	45	47	50	52	55	57	60	63	65	68	70	73	76	78	81	84
0,100			39	42	44	47	50	53	56	59	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91
0,001	9		45	45	45	47	48	49	51	53	54	56	58	60	61	63	65	67	69	71	72
0,005			45	46	47	49	51	53	55	57	59	62	64	66	68	70	73	75	77	79	82
0,010			45	47	49	51	53	55	57	60	62	64	67	69	72	74	77	79	82	84	86
0,025			46	48	50	53	56	58	61	63	66	69	72	74	77	80	83	85	88	91	94
0,050			47	50	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
0,100			48	51	55	58	61	64	68	71	74	77	81	84	87	91	94	98	101	104	108

α	n_2		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	n_1																				
0,001	10		55	55	56	57	59	61	62	64	66	68	70	73	75	77	79	81	83	85	88
0,005			55	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	80	82	85	87	90	93	95	98
0,010			55	57	59	62	64	67	69	72	75	78	80	83	86	89	92	94	97	100	103
0,025			56	59	61	64	67	70	73	76	79	82	85	89	92	95	98	101	104	108	111
0,050			57	60	63	67	70	73	76	80	83	87	90	93	97	100	104	107	111	114	118
0,100			59	62	66	69	73	77	80	84	88	92	95	99	103	107	110	114	118	122	126
0,001	11		66	66	67	69	71	73	75	77	79	82	84	87	89	91	94	96	99	101	104
0,005			66	67	69	72	74	77	80	83	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115
0,010			66	68	71	74	76	79	82	85	89	92	95	98	101	104	108	111	114	117	120
0,025			67	70	73	76	80	83	86	90	93	97	100	104	107	111	114	118	122	125	129
0,050			68	72	75	79	83	86	90	94	98	101	105	109	113	117	121	124	128	132	136
0,100			70	74	78	82	86	90	94	98	103	107	111	115	119	124	128	132	136	140	145
0,001	12		78	78	79	81	83	86	88	91	93	96	98	102	104	106	110	113	116	118	121
0,005			78	80	82	85	88	91	94	97	100	103	106	110	113	116	120	123	126	130	133
0,010			78	81	84	87	90	93	96	100	103	107	110	114	117	121	125	128	132	135	139
0,025			80	83	86	90	93	97	101	105	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148
0,050			81	84	88	92	96	100	105	109	111	117	121	126	130	134	139	143	147	151	156
0,100			83	87	91	96	100	105	109	114	118	123	128	132	137	142	146	151	156	160	165
0,001	13		91	91	93	95	97	100	103	106	109	112	115	118	121	124	127	130	134	137	140
0,005			91	93	95	99	102	105	109	112	116	119	123	126	130	134	137	141	145	149	152
0,010			92	94	97	101	104	108	112	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159
0,025			93	96	100	104	108	112	116	120	125	129	133	137	142	146	151	155	159	164	168
0,050			94	98	102	107	111	116	120	125	129	134	139	143	148	153	157	162	167	172	176
0,100			96	101	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	166	171	176	181	186
0,001	14		105	105	107	109	112	115	118	121	125	128	131	135	138	142	145	149	152	156	160
0,005			105	107	110	113	117	121	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	169	173
0,010			106	108	112	116	119	123	128	132	136	140	144	149	153	157	162	166	171	175	179

α	n_1	n_2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0,025			107	111	115	119	123	128	132	137	142	146	151	156	161	165	170	175	180	184	189	
0,050			109	113	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	177	183	188	193	198	
0,100			110	116	121	126	131	137	142	147	153	158	164	169	175	180	186	191	197	203	208	
0,001	15		120	120	122	125	128	133	135	138	142	145	149	153	157	161	164	168	172	176	180	
0,005			120	123	126	129	133	137	141	145	150	154	158	163	167	172	176	181	185	190	194	
0,010			121	124	128	132	136	140	145	149	154	158	163	168	172	177	182	187	191	196	201	
0,025			122	126	131	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	191	196	201	206	211	
0,050			124	128	133	139	144	149	154	160	165	171	176	182	187	193	198	204	209	215	221	
0,100			126	131	137	143	148	154	160	166	172	178	184	189	195	201	207	213	219	225	231	
0,001			136	136	139	142	145	148	152	156	160	164	168	172	176	180	185	189	193	197	202	
0,005	16		136	139	142	146	150	155	159	164	168	173	178	182	187	192	197	202	207	211	216	
0,010			137	140	144	149	153	158	163	168	173	178	183	188	193	198	203	208	213	219	224	
0,025			138	143	148	152	158	163	168	174	179	184	190	196	201	207	212	218	223	229	235	
0,050			140	145	151	156	162	167	173	179	185	191	197	202	208	214	220	226	232	238	244	
0,100			142	148	154	160	166	173	179	185	191	198	204	211	217	223	230	236	243	249	256	
0,001			153	154	156	159	163	167	171	175	179	183	188	192	197	201	206	211	215	220	224	
0,005	17		153	156	160	164	169	173	178	183	188	193	198	203	208	214	219	224	229	235	240	
0,010			154	158	162	167	172	177	182	187	192	198	203	209	214	220	225	231	236	242	247	
0,025			156	160	165	171	176	182	188	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	
0,050			157	163	169	174	180	187	193	199	205	211	218	224	231	237	243	250	256	263	269	
0,100			160	166	172	179	185	192	199	206	212	219	226	233	239	246	253	260	267	274	281	

α	n_2		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	n_1																				
0,001	18		171	172	175	178	182	186	190	195	199	204	209	214	218	223	228	233	238	243	248
0,005			171	174	178	183	188	193	198	203	209	214	219	225	230	236	242	247	253	259	264
0,010			172	176	181	186	191	196	202	208	213	219	225	231	237	242	248	254	260	266	272
0,025			174	179	184	190	196	202	208	214	220	227	233	239	246	252	258	265	271	278	284
0,050			176	181	188	194	200	207	213	220	227	233	240	247	254	260	267	274	281	288	295
0,100			178	185	192	199	206	213	220	227	234	241	249	256	263	270	278	285	292	300	307
0,001	19		190	191	194	198	202	206	211	216	220	225	231	236	241	246	251	257	262	268	273
0,005			191	194	198	203	208	213	219	224	230	236	242	248	254	260	265	272	278	284	290
0,010			192	195	200	206	211	217	223	229	235	241	247	254	260	266	273	279	285	292	298
0,025			193	198	204	210	216	223	229	236	243	249	256	263	269	276	283	290	297	304	310
0,050			195	208	214	221	228	235	242	249	256	263	271	278	285	292	300	307	314	321	321
0,100			198	205	212	219	227	234	242	249	257	264	272	280	288	295	303	311	319	326	334
0,001	20		210	211	214	218	223	227	232	237	243	248	253	259	265	270	276	281	287	293	299
0,005			211	214	219	224	229	235	241	247	253	259	265	271	278	284	290	297	303	310	316
0,010			212	216	221	227	233	239	245	251	258	264	271	278	284	291	298	304	311	318	325
0,025			213	219	225	231	238	245	251	259	266	273	280	287	294	301	309	316	323	330	338
0,050			215	222	229	236	243	250	258	265	273	280	288	295	303	311	318	326	334	341	349
0,100			218	226	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313	321	330	338	346	354	362

* Les entrées du tableau sont w_α du test de Mann-Whitney (T), où $P(T < w_\alpha)$ est inférieur ou égal à α .

SI n_1 ou n_2 est > 20 , effectuez un calcul approché de w_α comme suit :

$$w_\alpha = n_1(n+1)/2 + Z_\alpha \sqrt{n_1 n_2 (n+1)/12}, \text{ où } Z_\alpha \text{ est le quartile normal standard et } n = n_1 + n_2$$

Programme de vérification des technologies environnementales (VTE) du Canada

Protocole général de vérification

Annexe G

Format du rapport de vérification

**Février 2007
(Rév. avril 2013)**



**Environment
Canada**

**Environnement
Canada**

RÉSUMÉ

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, VEUILLEZ INSÉRER LE RÉSUMÉ ICI]

TABLES DES MATIÈRES

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, VEUILLEZ METTRE CETTE SECTION À JOUR]

1.0 Introduction

La méthodologie décrite dans le protocole général de vérification permet à l'examineur, l'entité de vérification (EV), d'effectuer un examen structuré et systématique du programme de test et de ses résultats. Une série de listes de contrôle est utilisée, afin que de nombreux éléments de l'examen soient couverts de manière efficace. Les listes de contrôle (tableaux 1 à 8) peuvent être cochées de manière électronique (en utilisant la fonction de protection de formulaire de Word). Pour le rapport de vérification, l'EV remplit les listes de contrôle directement dans le rapport. Pour chaque question, l'EV peut ajouter une brève explication de sa réponse, le cas échéant. Un texte plus complet sur les points couverts par une liste de contrôle et/ou tableau donné peut être ajouté à côté du tableau.

[Pour chaque liste de contrôle, il est indiqué s'il s'agit d'une exigence (obligatoire) ou d'une information utile ou souhaitable (facultative).]

Trouvez ci-après un exemple de modèle de rapport de vérification qui peut être utilisé pour préparer le rapport de vérification final. L'EV peut proposer d'utiliser un autre format de rapport, si l'autorisation est obtenue avant d'ébaucher le rapport.

1.1 Format du rapport

Ce rapport comprend six chapitres. Le chapitre 1 fournit une brève présentation du programme VTE. Le chapitre 2 résume les renseignements fournis par le requérant dans le cadre de l'évaluation préliminaire et du processus de demande officielle. Le chapitre 3 présente les résultats de l'évaluation indiquant si le plan de tests, l'exécution des tests et les données fournies par [NOM DU REQUÉRANT] étaient adéquats pour pouvoir passer à l'étape suivante, c'est-à-dire l'évaluation de l'allégation.

Dans le chapitre 4, l'allégation est évaluée et les résultats des analyses statistiques effectuées sont présentés. Le chapitre 5 couvre la piste de vérification. Ce rapport se termine par le chapitre 6 et l'énoncé de l'allégation de performance ainsi que les résultats de vérification étayés par les données soumises par [NOM DU REQUÉRANT] et vérifiés par [NOM DE L'ENTITÉ DE VÉRIFICATION] à l'aide du protocole général de vérification 2007 du Programme VTE du Canada.

L'annexe A contient les feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS) détaillées utilisées pour la vérification. L'annexe B présente les tableaux des FTAS utilisées. [ENTITÉ DE VÉRIFICATION, AJOUTER TOUTE ANNEXE SUPPLÉMENTAIRE SELON LES BESOINS]

1.2 Contexte

Le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE) du Canada est une initiative d'Environnement Canada fournie par Globe Performance Solutions. Le programme VTE vise à aider l'industrie environnementale canadienne en fournissant une vérification crédible et indépendante des allégations de performance associées à des technologies environnementales. Les fournisseurs intéressés sont invités à prendre part à ce programme pour faire vérifier leurs allégations relatives aux performances de leurs technologies environnementales. Si ces allégations sont vérifiées, l'entreprise est habilitée à utiliser le logo de vérification du programme VTE, ainsi que le certificat associé, au sein de ses activités de commercialisation au Canada et à l'étranger.

Pour qu'une technologie soit **admissible** au programme VTE, elle doit satisfaire aux critères suivants :

1. Il doit s'agir :
 - a) d'une technologie environnementale ou d'un processus environnemental qui offre un avantage environnemental ou résout un problème environnemental; ou,
 - b) d'un service environnemental basé sur un équipement pour lequel les allégations ne peuvent être basées que sur des performances mesurables de l'équipement.
2. L'allégation doit être :
 - précise et sans équivoque,
 - significative et non insignifiante,
 - mesurable et vérifiable.
3. Pour être admissible à un certificat de vérification, la technologie doit également être disponible sur le marché ou prête à une exploitation commerciale à grande échelle.

L'évaluation de l'allégation relative à [INSÉRER LE NOM DE LA TECHNOLOGIE DU REQUÉRANT] pour le système [INSÉRER LE NOM DU MODÈLE/DE LA VERSION DE LA TECHNOLOGIE] a été effectuée conformément à la version 2007 du protocole général de vérification du Programme VTE du Canada. Le processus d'évaluation consistait en trois phases : l'examen de la demande, l'évaluation de la qualité des données et l'évaluation de l'allégation relative à la technologie. Pour qu'une allégation soit vérifiée, les critères de base suivants doivent être respectés :

1. La technologie est basée sur des principes scientifiques et techniques solides.
2. L'allégation est entièrement étayée par des données de qualité fournies par le requérant et vérifiées par les pairs.
3. Les conditions de performance de l'allégation sont clairement définies.

1.3 Objectifs

L'objectif est de produire un rapport relatif à la vérification de l'allégation de performance faite par [INSÉRER LE NOM DU REQUÉRANT] pour leur technologie de système [INSÉRER LE NUMÉRO DU MODÈLE/TYPE/VERSION]. Ce rapport résume les résultats obtenus par l'entité de vérification, [INSÉRER LE NOM DE L'ENTITÉ DE VÉRIFICATION], en fonction des informations et données fournies par [INSÉRER LE NOM DU REQUÉRANT]. Globe Performance Solutions.

1.4 Portée

Ce projet de vérification a été réalisé par [INSÉRER LE NOM DE L'ENTITÉ DE VÉRIFICATION] conformément au protocole général de vérification, approuvé par le Programme VTE du Canada, de 2007.

1.5 Avertissements juridiques

1.5.1 Limites de la vérification

La déclaration suivante ou une déclaration similaire doit être incluse dans le rapport de vérification, accompagnée des signatures d'un membre du personnel autorisé de chacun des organismes nommés dans la présente.

Le rapport de vérification est rédigé par l'Entité de vérification (EV), est révisé par Globe Performance Solutions ainsi que modifié, le cas échéant, et approuvé par Globe Performance Solutions. Globe Performance Solutions émet le rapport de vérification.

1.5.2 Déclaration requise de GLOBE Performance Solutions

Globe Performance Solutions, et ses sous-traitants, fournit ces services de vérification uniquement en se basant sur les informations fournies par le requérant, l'agence effectuant les tests ou le fournisseur, et n'assume aucune responsabilité par la suite. La responsabilité des informations fournies incombe uniquement au requérant ou au fournisseur et la responsabilité de l'achat, de l'installation, du fonctionnement ou du non-fonctionnement (indirect ou autre), comme déterminé par les informations fournies, ne peut être transférée à toute autre partie suite à la vérification.

1.5.3 Déclaration requise de Globe Performance Solutions et de l'entité de vérification

Globe Performance Solutions et l'entité de vérification croient que la technologie du fournisseur peut respecter l'allégation de performance définie dans ce rapport de vérification. Cette opinion se base sur des analyses indépendantes des informations et des déclarations fournies par le fournisseur et sur des données générées de manière indépendante, à l'aide de protocoles de vérification autorisés par le Programme VTE du Canada. Aucun essai ou test supplémentaire n'a été effectué pour corroborer les données fournies. La vérification des performances est également basée sur l'utilisation de la technologie dans les conditions de fonctionnement précisées.

Le gouvernement du Canada, Globe Performance Solutions et l'Entité de vérification n'offrent aucune garantie expresse ou implicite quant aux performances de la technologie du fournisseur. Ils ne garantissent pas non plus que la technologie du fournisseur soit dépourvue de tout défaut de fabrication, ni l'intégrité ou la sécurité de la technologie dans son ensemble, ou sa conformité aux codes, normes ou règlements gouvernementaux applicables.

1.5.4 Déclaration de vérification requise de l'Entité de vérification

Nous avons vérifié les informations justifiant l'allégation de performance de [INSÉRER LE NOM DE L'ENTREPRISE] en tant que fournisseur de l'équipement ou processus environnemental décrit dans le rapport de vérification. Nous avons effectué cette vérification conformément aux procédures prescrites par le protocole général de vérification du programme VTE du Canada et

avons exprimé notre opinion dans notre rapport de vérification, en date du JJ MMM AAAA.

À notre avis, les informations contenues dans le rapport de vérification présentent bien les performances fournies par la technologie ou le processus examiné, et correspondent aux données et informations techniques initiales dont elles sont dérivées.

2.0 Examen de la demande

2.1 Introduction

Ce chapitre résume les informations fournies par le requérant en même temps que le formulaire de demande d'évaluation préliminaire et le formulaire de demande officielle transmis à Globe Performance Solutions et examinées par [INSÉRER LE NOM DE L'ENTITÉ DE VÉRIFICATION] pour le Programme VTE du Canada.

[INSÉRER LES INFORMATIONS DU REQUÉRANT] a fourni les informations suivantes pour justifier son allégation : [VEUILLEZ INSÉRER LA LISTE]

2.2 Organisation du requérant

Nom : [REQUÉRANT]

Entreprise :

Adresse :

Téléphone :

Télécopieur :

Courriel :

2.3 Examen de la demande

La technologie et toutes les informations fournies par le requérant avec la demande officielle, le dossier de demande officielle et toutes les transmissions ultérieures à l'Entité de vérification ont été examinées. Les résultats de cet examen sont résumés dans la liste de vérification de l'examen de la demande (tableau 1).

Tableau 1 : Liste de vérification de l'examen de la demande – Informations obligatoires

Réf.	Critères	Information fournie	
		Oui ¹	Non
1.1	Demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Déclaration signée relative aux codes et normes transmises avec la demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	La technologie fournit un avantage environnemental.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Une copie de l'« allégation à vérifier » pour chaque allégation de performance à vérifier incluse avec la demande officielle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Allégation de performance formulée de manière satisfaisant les « critères de formulation des allégations » :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5.1 Comprend le nom de la technologie (et le numéro du modèle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹ Fournir une justification écrite de la fourniture ou de l'absence des informations.

Réf.	Critères		Information fournie	
			Oui ¹	Non
	1.5.2	Comprend l'application de la technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5.3	Comprend les conditions de fonctionnement spécifiques du test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5.4	Les normes/directives canadiennes minimales* sont-elles respectées?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5.5	Les performances pouvant être obtenues par la technologie sont-elles précisées?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5.6	La performance est-elle mesurable?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Pratiques de fonctionnement normalisées et description des conditions de fonctionnement pour chaque allégation de performance individuelle		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Le requérant a fourni des références significatives décrivant ou justifiant les principes scientifiques et techniques de la technologie. (voir le chapitre 4)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Deux noms ou plus ainsi que les coordonnées d'experts indépendants (n'étant pas directement intéressé par la technologie), qualifiés (formation des experts requise) pour discuter des principes scientifiques et techniques sur lesquels se base la technologie. Ces experts doivent accepter d'être contactés par l'EV.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9	Bref résumé des problèmes importants relatifs à la santé et à la sécurité humaines et de l'environnement associés à la technologie. (Remarque : Ce critère complète, mais ne remplace pas l'obligation du requérant de fournir une « Déclaration relative aux codes et normes » dûment signée)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10	Bref résumé des exigences en matière de formation nécessaire pour le fonctionnement sans risque et efficace de la technologie et liste des documents disponibles décrivant ces exigences. (Remarque : Ce critère complète, mais ne remplace pas l'obligation du requérant de fournir une « Déclaration relative aux codes et normes » dûment signée)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11	Diagramme(s) de flux du processus, schémas de conception, photographie, fiches de spécifications de l'équipement (notamment les paramètres de réponse et les conditions de fonctionnement) et/ou d'autres informations décrivant les processus de l'unité ou les étapes de fonctionnement spécifiques de la technologie. Si possible, une visite de site permettant d'inspecter le processus devrait faire partie de l'évaluation de la technologie.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.12	Des documents supplémentaires (facultatifs) ont été fournis et offrent d'autres informations sur l'intégrité et les performances de l'application de la technologie, notamment un document ou plus parmi les suivants :			

Réf.	Critères	Information fournie	
		Oui ¹	Non
	Copie de brevets de la technologie, en attente ou soumis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Manuels d'utilisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Manuels d'entretien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Manuels de fonctionnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Procédures d'assurance de la qualité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Programme de calibration des capteurs/moniteurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Certification ISO 9001, ISO 14000 ou programme similaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Informations de fiche signalétique (MSDS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Informations du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan de santé et de sécurité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan d'intervention d'urgence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Équipement de protection désigné	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Brochures techniques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13	<p>Le requérant a fourni la documentation et les données pertinentes. Les informations sur la technologie et l'allégation de performance sont suffisantes pour effectuer la vérification de l'allégation de performance.</p> <p>[Au besoin, l'EV doit communiquer avec Globe Performance Solutions pour demander des copies de la documentation et des données requises disponibles pour étayer l'allégation.]</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.3.1 Commentaires sur la liste de vérification de l'examen de la demande
[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHAQUE SECTION]

3.0 Examen de la technologie

3.1 Critères d'examen de la technologie

Le tableau 2 doit être rempli pour chaque allégation (ou groupe d'allégations) de performance de la technologie environnementale. Si l'Entité de vérification juge certains critères particulièrement importants ou a d'autres commentaires, cette information doit être consignée et jointe à l'évaluation et au rapport. De brefs commentaires peuvent être inclus directement dans le texte de la liste de vérification et les questions ne s'appliquant pas doivent être signalées.

Tableau 2 Liste de vérification des critères de l'examen de la technologie

Réf.	Critères	Satisfait aux critères
------	----------	------------------------

		Oui	Non ²
Description de la technologie			
2.1	La technologie est basée sur des principes scientifiques et techniques. (L'EV devra lire les principaux articles et citations figurant dans la demande officielle. Il peut également être nécessaire de prendre contact avec les experts indépendants mentionnés dans la demande officielle afin d'obtenir de plus amples renseignements.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Technologie étayée par des documents ou références techniques examinés par les pairs. (Les documents et textes examinés par les pairs doivent être fournis avec la demande officielle ainsi que les réglementations et normes pertinentes à l'allégation de performance.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Technologie conçue, fabriquée et/ou exploitée de manière fiable. (Les données historiques fournies par le requérant, ne se conformant pas à l'intégralité des critères relatifs aux données, peuvent permettre à l'EV d'évaluer la viabilité de la technologie à des fins d'information et non de vérification.) ³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

² Fournir une justification écrite des critères non respectés.

³ Il est également à noter que l'EV doit faire appel à son jugement et appliquer les normes relatives au secteur de la technologie pour évaluer de manière générale si la technologie a été conçue et fabriquée correctement. Une évaluation critique des matériaux/appareillage utilisés dans la technologie ne fait pas partie de l'étendue de l'examen du Programme VTE du Canada. Toute évaluation de l'intégrité de la fabrication des composants de la technologie doit être effectuée par des personnes qualifiées, de par leur expérience et leur expertise, pour entreprendre cette tâche. L'Entité de vérification n'est pas responsable de l'évaluation de l'intégrité des matériaux et substances utilisés dans la fabrication de la technologie, mais seulement de comprendre leur utilisation et implication dans les performances de cette technologie.

Il incombe au fournisseur d'assurer que les règlements et directives applicables ont été respectés relativement à l'application de la technologie. Le fournisseur doit fournir une « Déclaration relative aux codes et normes » signée, généralement, avec la demande officielle. Le rôle de l'Entité de vérification est d'assurer que ce document signé est inclus avec l'information examinée dans le cadre de la vérification de l'allégation de performance.

La vérification de l'allégation effectuée par l'Entité de vérification ne constitue aucune garantie de performance ou de sécurité de l'équipement ou du processus. L'Entité de vérification ne peut être tenue pour responsable, de quelque manière que ce soit, si le dispositif ou le processus ne fonctionne pas comme le présente le fournisseur ou comme le client le souhaite. L'Entité de vérification ne peut être tenue pour responsable de toute blessure ou tout endommagement d'un bien causés par l'utilisation de l'équipement ou du processus.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ²
2.4	Technologie conçue pour fournir un avantage environnemental et ne pas engendrer d'autre problème environnemental. (Par ex., elle ne crée pas un plus grand danger et/ou un sous-produit non géré et elle n'engendre pas le transfert d'un problème environnemental d'un médium à un autre sans gestion adéquate du médium contaminé obtenu.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Technologie respectant les normes de santé et de sécurité des travailleurs et du grand public. ⁴ Le fournisseur doit fournir une « <u>Déclaration relative aux codes et normes</u> » signée, avec la demande officielle. Le rôle de l'Entité de vérification est d'assurer que ce document signé accompagne l'information examinée dans le cadre de la vérification de l'allégation de performance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Normes environnementales			
2.6	La technologie respecte les réglementations ou directives fédérales, provinciales et/ou municipales en matière de gestion des sols, sédiments, boues ou autres matières solides contaminées et/ou traitées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁴ Dans le cadre du Programme VTE du Canada, un problème de santé et de sécurité a été défini comme un critère subjectif, nécessitant un jugement de valeur de la part de l'examineur quant à l'intégrité ou la fiabilité de toute documentation sur la santé et la sécurité fournie par le requérant. Par conséquent, l'Entité de vérification ne peut être tenue pour responsable de toute évaluation « au meilleur de son jugement professionnel » de la technologie, selon ces critères.

(Suite de la note 5 Réf. 2.5) Une validation critique des aspects relatifs à la santé et à la sécurité de la technologie du fournisseur ne fait pas partie de la portée de l'examen du Programme VTE du Canada. Toute validation des problèmes de santé et de sécurité doit être effectuée par des personnes qualifiées, de par leur expérience et leur expertise, pour entreprendre cette tâche. Le personnel d'organismes et d'agences éminents [par ex., le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social du Canada, les ministères provinciaux du Travail, l'Association pour la prévention des accidents industriels (IAPA), l'Occupational Safety and Health Association (OSHA) des États-Unis, les agences de contrôle de la pollution de l'eau, les ministères de la Santé des provinces/des États, les associations de protection contre les incendies, etc.] peut être en mesure de fournir des conseils ou services techniques relatifs à ces problèmes. Il n'est **PAS** de la responsabilité de l'Entité de vérification de valider les aspects de la technologie relatifs à la santé et à la sécurité.

Il incombe au fournisseur d'assurer que les règlements et directives applicables ont été respectés dans l'application de la technologie. L'Entité de vérification peut demander une confirmation écrite supplémentaire au requérant indiquant que l'entreprise dispose d'une documentation suffisante pour gérer les problèmes de santé et de sécurité des travailleurs ainsi que les obligations liées à l'utilisation de la technologie, notamment un plan d'intervention d'urgence.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ²
2.7	La technologie respecte les réglementations ou directives fédérales, provinciales et/ou municipales pour tout rejet aqueux (contaminé ou traité), tel que déterminé par les informations du requérant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	La technologie respecte les réglementations ou directives fédérales, provinciales et/ou municipales pour toute émission atmosphérique (directe ou indirecte). Si la technologie environnementale engendre le transfert de polluants directement ou indirectement dans l'atmosphère, toutes les réglementations ou directives (à tout niveau gouvernemental) relatives à la gestion des émissions atmosphériques doivent être respectées, s'il y a lieu, par les informations du requérant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disponibilité sur le marché			
2.9	La technologie et tous ses composants (appareillage, processus, produits) sont disponibles sur les marchés de grande échelle, ou voir 2.10 ou 2.11 , et les données fournies à l'Entité de vérification concernent l'utilisation ou la démonstration d'une unité commerciale.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10	La technologie est un prototype final précédant la fabrication ou la fourniture d'unités commerciales, ou voir 2.11 . Remarque : La vérification de l'allégation de performance de la technologie est valide si elle se base sur une unité prototype, si ce prototype est la conception finale et représente une unité pré-commerciale. La vérification s'applique à toute unité commerciale ultérieure basée sur la conception de l'unité prototype. Cette vérification ne sera pas valide pour toute unité commerciale basée sur une conception de la technologie modifiée par rapport à l'unité prototype ayant généré les données de justification utilisées pour la vérification.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.11	La technologie est une unité à l'échelle pilote utilisée pour fournir des données qui, lorsqu'utilisées avec des facteurs démontrés d'extrapolation, prouvent que l'unité commerciale respecte l'allégation de performance. ⁵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conditions de fonctionnement			

⁵ Dans des situations exceptionnelles, des données d'une unité à l'échelle pilote peuvent être utilisées pour valider une allégation de performance. Cette situation peut être autorisée si l'unité d'échelle pilote est un modèle réduit d'une unité commerciale de taille normale et que des facteurs d'extrapolation techniques ont été fournis par le requérant dans le cadre du processus de vérification. La vérification de l'allégation de performance doit inclure la validation des facteurs d'extrapolation.

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ²
2.12	Toutes les conditions de fonctionnement influant sur les performances de la technologie et l'allégation de performance ont été déterminées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13	Les relations entre les conditions de fonctionnement et leurs répercussions sur les performances de la technologie ont été déterminées. Remarque : Il incombe à l'EV de comprendre les relations entre les conditions de fonctionnement et les performances de la technologie et d'assurer que les répercussions des conditions de fonctionnement et les réactions de la technologie sont compatibles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14	La technologie est conçue pour réagir de manière prévisible lorsqu'elle fonctionne dans des conditions normales (c'est-à-dire les conditions décrites en 2.12), et/ou voir 2.15. Remarque : L'Entité de vérification doit juger que ces données ne démontrent pas des performances différentes de celles décrites dans l'allégation de performance à valider.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15	Les effets de conditions de fonctionnement variables, notamment le démarrage et la mise hors service, sont importants pour les performances de la technologie et ont été entièrement décrits comme qualificatifs de l'allégation de performance évaluée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paramètres de production			
2.16	Les effets de débit variable de chargement ou de production de polluants doivent être évalués et les limites d'intrants/sortants établies pour la technologie. Remarque : Si l'application de la technologie s'applique à une source de déchets variable ou à des conditions de fonctionnement variables prévues (conçues comme telles), il est nécessaire d'établir une plage supérieure et inférieure acceptable pour ces conditions de fonctionnement et les réactions des applications et/ou de la technologie. Des données de qualité suffisantes doivent être fournies pour valider les performances de la technologie aux limites supérieure et inférieure pour les conditions de fonctionnement, les applications et/ou les réactions de la technologie détaillées dans l'allégation de performance.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ²
Autres paramètres/variables/conditions de fonctionnement pertinents			
Il est attendu de l'Entité de vérification qu'elle comprenne la technologie et détermine, ainsi que prenne note de tout critère, paramètre, variable ou condition de fonctionnement pertinent qui puisse influencer ou qui influera sur les performances de la technologie évaluée. Il est pratique d'inclure toutes ces variables dans le tableau 2 (de 2.17 à ...).			
2.17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2...	Poursuivre sur des feuilles jointes au besoin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

²Fournir une justification écrite des critères respectés et non respectés.

3.1.1 Commentaires sur la liste de vérification de l'examen de la technologie

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DES SECTIONS]

4.0 Examen du plan de tests, de l'exécution des tests et des données

4.1 Examen et exécution du plan de tests

Tableau 3 Liste de vérification des critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ⁶
3.1	Un statisticien ou expert spécialisé en conception de tests a-t-il été consulté avant la fin du programme de tests? Auquel cas, veuillez fournir ses coordonnées. ⁷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Une ou plusieurs hypothèses pouvant être testées de manière statistique ont-elles été fournies? (afin qu'un test objectif spécifique soit possible) ⁸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3a-c	L'étude de vérification génère-t-elle des données acceptables pour tester l'hypothèse postulée? ⁹ C'est-à-dire :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3a	L'étude mesure-t-elle les paramètres utilisés dans l'hypothèse d'allégation de performance?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3b	L'étude contrôle-t-elle d'autres variabilités?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3c	L'étude inclut-elle uniquement les effets attribuables à la technologie environnementale évaluée?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	L'étude de vérification génère-t-elle des données acceptables pour l'analyse en utilisant les FTAS? (C'est-à-dire qu'il est préférable que les tests soient conçus en tenant compte des FTAS avant l'élaboration des plans de tests.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	L'étude de vérification génère-t-elle des données acceptables pour l'analyse en utilisant d'autres conceptions expérimentales génériques (ANOVA, etc.)? (Il est évident que les études de vérification doivent être conçues en tenant compte de l'analyse des données finale afin de faciliter l'interprétation et réduire les coûts.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁶ Fournir une justification écrite des critères respectés et non respectés.

⁷ Un statisticien expert peut aider à déterminer, au cours de la conception expérimentale, les variables expérimentales devant être contrôlées et/ou surveillées afin de pouvoir défendre une allégation de performance.

⁸ L'hypothèse que testeront les feuilles de travail d'analyse statistique respecte la forme générale suivante :

- Quel est le degré de confiance quant au résultat mesuré?
- Une valeur moyenne est-elle égale à une valeur spécifique?
- Une valeur médiane est-elle égale à une valeur spécifique?
- Une valeur moyenne 1 est-elle égale à une valeur moyenne 2?
- Une valeur médiane 1 est-elle égale à une valeur médiane 2?
- Un écart 1 est-il égal à un écart 2?
- Un processus peut-il modifier un influent/produit/déchet de « p » %?
- Deux paires de mesures sont-elles différentes?

⁹ Remarque : Lorsque des données ne sont pas disponibles pour un paramètre donné, il peut être possible d'utiliser des données d'un paramètre de remplacement présentant une corrélation connue avec le paramètre non mesuré. Dans ce cas, la corrélation doit être clairement définie, démontrée et basée sur des principes scientifiques, techniques et/ou mathématiques solides. Le requérant doit fournir ces données pour sa série de tests.

3.6	Les paramètres adéquats, spécifiques à la technologie et à l'allégation de performance, sont-ils mesurés? (Il est essentiel que l'EV et le développeur de la technologie s'assurent que tous les paramètres – par ex., la température, etc. - pouvant influencer sur l'évaluation des performances, soient limités à des conditions de fonctionnement spécifiées préalablement ou soient mesurés.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7a-d	Des échantillons représentatifs du processus sont-ils des caractéristiques d'emplacements spécifiques? C'est-à-dire :		
3.7a	Les échantillons sont-ils recueillis de manière à être représentatifs des caractéristiques typiques du processus aux emplacements d'échantillonnage; par exemple, les échantillons sont recueillis dans le cours source entièrement mélangé, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7b	Les données sont-elles représentatives de la technologie actuelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7c	Les échantillons ont-ils été recueillis après une période de temps suffisante permettant la stabilisation du processus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7d	Les échantillons ont-ils été recueillis après une période de temps suffisante pour assurer qu'ils soient représentatifs des performances du processus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8	Les échantillons sont-ils représentatifs des conditions d'utilisation? Remarque : Il existe un délai entre l'établissement de conditions de régime stable et la stabilisation des performances de processus observées. Ce délai dépend en partie de l'échelle de temps du processus (c'est-à-dire, pour un système de débit de réacteur à fonctionnement complet (CSTR), l'échelle de temps est déterminée par le temps de séjour des polluants dans le réacteur. Généralement, trois temps de séjour au moins sont nécessaires pour obtenir une stabilisation efficace. Par conséquent, si l'échantillonnage a été effectué à partir d'un CSTR, l'échantillonnage devrait donc uniquement débiter après au moins trois temps de séjour hydrauliques, et les essais devraient se poursuivre pendant au moins trois temps de séjour supplémentaires pour assurer que l'ensemble de données global soit représentatif des performances du processus.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9	Les échantillons sont-ils représentatifs de conditions d'utilisation connues, mesurées et adéquates? (Remarque : Cela comprend des technologies qui fonctionnent sur des cycles courts et présentent par conséquent des cycles de démarrage et d'arrêt qui influent sur le fonctionnement de la technologie.) Si les conditions de fonctionnement ne sont pas vitales, mais sont recommandées, l'examineur doit alors évaluer les conditions de fonctionnement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.10	Les échantillons et les données ont-ils été préparés ou fournis par une tierce partie? (Remarque : Dans certains cas, lorsque l'expertise dépend du requérant, une tierce partie impartiale indépendante devrait assister à la collecte des informations et des données relatives à la technologie et les vérifier. Le vérificateur témoin ne doit avoir aucun intérêt dans la technologie.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11a-c	La conception de l'étude de vérification est acceptable. C'est-à-dire :		
3.11a	Les échantillons ont été recueillis lorsque la technologie fonctionnait dans des conditions contrôlées et surveillées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11b	Une conception d'étude de vérification doit avoir été établie avant le test, afin d'assurer que les données sont recueillies de manière systématique et rationnelle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11c	La conception de l'étude de vérification doit avoir défini les valeurs ou plages de valeurs acceptables pour les conditions de fonctionnement clés ainsi que pour la collecte de données et la méthodologie de l'analyse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.1.1 Commentaires sur la liste de vérification des critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DES SECTIONS]

4.2 Liste de vérification de la validité des données

Les critères de la liste de vérification de la validité des données permettent à l'EV de déterminer si une donnée représente les conditions décrites dans l'allégation de performance. La liste de vérification de la validité des données garantit également si les échantillons ont été ou non recueillis, transportés et analysés de manière à ne pas introduire de variabilité étrangère excessive.

Tableau 4 Liste de vérification de la validité des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹⁰
4.1	Des méthodes de collecte d'échantillons appropriées ont-elles été utilisées (par ex., aléatoire, par jugement, systématique, etc. ?) Par exemple : il est approprié de recueillir des échantillons au hasard si les caractéristiques du processus au site d'échantillonnage demeurent constantes au cours du temps. Des composés d'aliquotes peuvent être des substituts adéquats pour les flux ayant des caractéristiques de processus fluctuantes au site d'échantillonnage. Remarque : Les méthodes d'échantillonnage appropriées pour des processus spécifiques peuvent parfois être décrites dans les règlements de surveillance fédéraux, provinciaux ou locaux.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	L'appareillage et/ou les installations de test étaient-ils appropriés pour la génération des données pertinentes? (C'est-à-dire, les tests ont été effectués à un emplacement et dans les conditions de fonctionnement ou environnementales pour lesquelles l'allégation de performance a été définie.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Les conditions de fonctionnement au cours du test ont-elles été surveillées, consignées et fournies?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Les informations et/ou données relatives aux conditions de fonctionnement ainsi que les mesures et calibrations de l'équipement de mesure ont-elles été fournies à l'Entité de vérification?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5	Des protocoles acceptables ont-ils été utilisés pour la collecte, la conservation et le transport des échantillons (les protocoles acceptables incluent ceux élaborés par une autorité reconnue pour le test environnemental, telles qu'une agence réglementaire provinciale, ASTM, USEPA, Standard Methods)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹⁰ Fournir une justification écrite des critères respectés et non respectés.

4.6	Des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) (par ex., l'utilisation de témoins vierges de terrain, normes, échantillons répétés, pics, etc.) ont-elles été respectées au cours de la collecte des échantillons? Un programme d'AQ/CQ officiel, même si particulièrement souhaitable, n'est pas essentiel, si les informations du fournisseur ont démontré qu'une assurance de la qualité a été appliquée à la génération et à la collecte des données.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7	Les échantillons ont-ils été analysés à l'aide de protocoles analytiques approuvés? (Par ex. des échantillons analysés à l'aide d'un protocole reconnu par une autorité en tests environnementaux, comme Standard Methods, EPA, ASTM, etc. Les analyses chimiques du site étaient-elles conformes aux procédures d'utilisation normalisées?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8	Les échantillons ont-ils été analysés dans les délais d'analyse recommandés (particulièrement pour les analyses à délai critique telles que pour les bactéries).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 a-e	Les procédures d'AQ/CQ ont-elles été respectées au cours de l'analyse des échantillons? Notamment...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9a	Mise à jour des tableaux de contrôle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9b	Établissement de limites de détection minimales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9c	Établissement de valeurs de récupération	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9d	Détermination de la précision des résultats analytiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9e	Détermination de l'exactitude des résultats analytiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 a-c	Une méthodologie de chaîne de responsabilité (suivi intégral des échantillons de la collecte jusqu'à l'analyse) a-t-elle été respectée dans la manipulation et l'analyse des données. C'est-à-dire :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10a	Des formulaires de chaîne de responsabilité remplis et signés, utilisés pour chaque échantillon envoyé du terrain au laboratoire d'analyse, sont-ils fournis pour inspection à l'Entité de vérification?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10b	*Des journaux de bord remplis et faciles à lire sont-ils disponibles pour pouvoir être consultés par l'EV?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10c	Existe-t-il d'autres mesures de méthodologie de chaîne de responsabilité et documents enregistrés/disponibles? (par ex. étiquettes d'échantillons, sceau d'échantillon, fiche de soumission d'échantillon, journal de réception et d'envoi en analyse d'échantillon)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.11	L'ensemble de données expérimentales est acceptable. (La qualité des données fournies est établie selon le meilleur jugement professionnel de l'EV.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------	---	--------------------------	--------------------------

4.2.1 Commentaires sur la liste de vérification de la validité des données

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DES SECTIONS]

4.3 Données de télédétection (par ex., télémétrie)

Pour les données produites à des sites d'où les données doivent être envoyées par voie électronique, de l'instrument sur place vers le site de réception des données (nœud), l'intégrité du système doit être évaluée. Le tableau 4b détaille les domaines d'intégrité de données devant être évalués par l'EV.

Tableau 4b Données de télédétection

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ¹¹
4.12	Le dispositif de données à distance (par ex., compteur) authentifie-t-il tous les nœuds d'envoi et de réception avant tout transfert de données?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13	Les données envoyées de dispositifs de surveillance à distance sont-elles chiffrées pour le transfert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.14	Les données sont-elles reçues avec 100 % d'intégrité?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.15	Quelles méthodes peuvent démontrer que les données sont reçues avec 100 % d'exactitude	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.16	Les pratiques relatives à l'ensemble de données expérimentales à distance sont acceptables. (La qualité des données fournies est établie selon le meilleur jugement professionnel de l'EV.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3.1 Commentaires sur les données de télédétection

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DE CES SECTIONS]

Remarque : Selon la nature de la vérification, les listes de contrôle peuvent devoir être modifiées et/ou de nouvelles questions élaborées en fonction de la discussion entre Globe Performance Solutions et le fournisseur.

¹¹ Fournir une justification écrite des critères respectés et non respectés.

4.3.2 Autres commentaires sur les points de vérification

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DE CES SECTIONS]

4.4 Liste de vérification de l'analyse des données

L'objectif de la liste de vérification de l'analyse des données est d'assurer que les outils statistiques adéquats peuvent être utilisés de manière rigoureuse et défendable.

Tableau 5 Liste de vérification de l'analyse des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères	
		Oui	Non ²
5.1	L'analyse teste-t-elle l'allégation de performance postulée? (Lors de la conduite d'évaluations de performance, dans le cadre du Programme VTE du Canada, l'hypothèse de repli d'une « différence significative » sans indiquer la direction de la différence attendue n'est généralement pas acceptable.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	L'analyse s'inscrit-elle dans la conception de l'étude de vérification générique? (De nombreuses autres conceptions « génériques » existent qui ne sont pas explicitement couvertes par le Programme VTE du Canada - par ex. ANOVA, ANCOVA, régression, etc. - mais qui peuvent être utiles.) ¹²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 a-c	Les hypothèses de l'analyse sont-elles observées? C'est-à-dire : (une réponse négative à 3.30 a-c signifie que l'EV doit demander des informations supplémentaires.)		
5.2.a	L'analyse des données a-t-elle vérifié les hypothèses du test statistique utilisé?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2.b	Les tests des hypothèses sont-ils présentés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2.c	Les tests des hypothèses valident-ils l'utilisation des tests et donc la validité des suppositions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	L'analyse des données est acceptable. L'analyse des données est acceptable si l'essai statistique employé a testé l'hypothèse postulée par le développeur de la technologie, si les hypothèses du test statistique sont vérifiées et si le test est effectué correctement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹² Exemples de conceptions ou d'analyses d'étude de vérification potentiellement utiles non couvertes par le Programme VTE du Canada :

- conceptions entièrement aléatoires avec plus de deux traitements (ANOVA);
- conceptions pour lesquelles certaines conditions de fonctionnement varient suffisamment largement pour nécessiter une approbation de la conception expérimentale et de l'étape d'analyse (ANCOVA, régression);
- analyse de données de dénombrement telles que des dénombrements microbiens;
- analyse de données proportionnelles telles que la proportion d'organismes répondant à un traitement.

4.4.1 Commentaires sur la liste de vérification de l'analyse des données

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DE CES SECTIONS]

4.5 Liste de vérification de l'interprétation des données

L'objectif de la liste de vérification de l'interprétation des données est d'assurer que les résultats de l'analyse des données sont interprétés de manière rigoureuse et défendable. Cette liste de vérification souligne également que l'allégation de performance initiale peut être réécrite et mise à jour pour mieux refléter ce que justifient les données, à l'aide de l'expertise de l'EV et d'autres ressources pertinentes.

Tableau 6 Liste de vérification de l'interprétation des données

Réf.	Critères	Satisfait aux critères
-------------	-----------------	-------------------------------

		Oui	Non¹³
6.1a	Les résultats sont-ils importants du point de vue statistique ¹⁴ ou opérationnel? La vérification a-t-elle produit un test ou une hypothèse importante du point de vue statistique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1	Pour être importante du point de vue opérationnel, la technologie respecte-t-elle les directives réglementaires et les lois applicables?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	L'étude de vérification est-elle suffisamment robuste pour justifier l'allégation? <i>Remarque : Pour les conceptions d'étude de vérification pour lesquelles l'acceptation d'une hypothèse nulle engendre la confirmation de l'allégation de performance, la force statistique de l'étude de vérification doit être déterminée. Une force statistique d'au moins 0,8 est l'objectif. Si la force du test de vérification est inférieure à cette valeur, l'EV devrait consulter Globe Performance Solutions pour discuter de la conduite à adopter. Voir l'annexe A pour des exemples de calcul de taille d'échantillon.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	L'interprétation est-elle formulée de manière défendable? Remarque : L'allégation de performance finale doit refléter toute modification apportée à l'allégation au cours des analyses et toute variation ou restriction des conditions de fonctionnement, etc. qui ont modifié la portée de l'allégation de performance. L'allégation de performance initiale doit être considérée comme une allégation provisoire pouvant faire l'objet de modifications au fur et à mesure de la vérification. Une vérification sérieuse et ouverte s'avérera, en fin de compte, d'un plus grand intérêt pour le développeur de la technologie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	L'interprétation des données est acceptable. L'interprétation des données est acceptable si les résultats de l'analyse des données sont examinés de manière à souligner l'applicabilité de l'allégation de performance spécifique et la force statistique de la vérification expérimentale.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹³ Fournir une justification écrite des critères respectés et non respectés.

¹⁴ Dans certains cas, une nouvelle approche statistique peut être nécessaire pour analyser les données fournies. Si les feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS) existantes fournies dans le protocole général de vérification ne sont pas pertinentes, toute autre démarche proposée doit être discutée avec Globe Performance Solutions et approuvée par Globe Performance Solutions. Dans ces cas, la conduite préférée serait que Globe Performance Solutions élabore d'autres FTAS.

4.5.1 Commentaires sur la liste de vérification de l'interprétation des données

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DE CES SECTIONS]

5.0 Analyse statistique des allégations de performance

Cette étape du processus de vérification implique l'examen de l'analyse statistique des allégations de performance. Les feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS) incluses dans l'annexe A peuvent être utilisées pour évaluer mathématiquement les allégations de performance.

5.1 Allégation de performance

Titre de l'allégation de performance :

5.2 Vérification de l'allégation de performance

La vérification de chaque allégation de performance d'une technologie nécessite l'application des feuilles de travail d'analyse statistique (FTAS) à tous les ensembles de données notés comme étant satisfaisants au cours du processus d'évaluation des données.

Les ensembles de données fournis pour justifier l'allégation de performance devraient être évalués à l'aide des FTAS fournies en annexe A. Ces FTAS ont été choisies afin de fournir des méthodes analytiques pour les types les plus courants d'ensembles de données générés par des vérifications expérimentales. Elles peuvent être utilisées par des non-statisticiens, si les hypothèses de test sont vérifiées et les concepts soulignés dans le protocole général de vérification et si les FTAS sont comprises et utilisées pour l'interprétation des données. L'utilisation des FTAS est décrite dans les études de cas des annexes E et F.

Un résumé de l'analyse statistique, soulignant les ensembles de données et les FTAS spécifiques utilisées, peut être fourni dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 Résumé des ensembles de données acceptables pour la vérification de l'allégation de performance

Détermination acceptable des ensembles de données	FTAS utilisées ¹⁵	Justifie l'allégation	
		Oui	Non
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹⁵ Voir l'annexe A.

		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.0 Établissement de la piste de vérification

- Récapitulatif des principaux documents justificatifs

Pour un récapitulatif de certains des documents les plus importants dont l'EV doit disposer, voir le tableau 8.

Tableau 8 Documents principaux

DOCUMENTS PRINCIPAUX	Présent	Absent
Feuilles de données brutes et données récapitulatives	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pages de signature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demande officielle signée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Déclaration relative aux codes et aux normes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brevets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sécurité des échantillons : par ex. feuilles de chaînes de responsabilité pour chaque échantillon*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manuel de fonctionnement et d'entretien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carnets de notes de terrain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certificat d'attestation des laboratoires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Ces éléments peuvent être à la disposition ou non de l'Entité de vérification, mais sont utiles pour déterminer les motifs d'écart de données, etc. Lorsque cela s'applique et selon la nature du programme de test de vérification, l'EV devrait demander à voir les éléments marqués d'un astérisque.

6.1 Commentaires de la piste de vérification

[ENTITÉ DE VÉRIFICATION, INSÉRER LES COMMENTAIRES RELATIFS À CHACUNE DES SECTIONS DE LA PISTE DE VÉRIFICATION]

7.0 Conclusions

[Dans cette section, l'allégation de performance VÉRIFIÉE devrait être inscrite dans le cadre figurant dans le rapport de vérification (comme ci-dessous.)]

Allégation de performance vérifiée :

[De plus, les conclusions et commentaires généraux relatifs à la vérification doivent être décrits ici par l'Entité de vérification]

Annexes au rapport de vérification

Annexe A	Feuilles de travail d'analyse statistique
Annexe B	Tableaux statistiques choisis
Annexe C	Références sélectionnées
Annexe D	Ajout de documents essentiels en fonction des besoins

FIGURES

ÉNUMÉRER LES FIGURES EN FONCTION DES BESOINS

TABLEAUX

ÉNUMÉRER LES TABLEAUX EN FONCTION DES BESOINS, NOTAMMENT LES SUIVANTS :

TABLEAU 1 : LISTE DE VÉRIFICATION DE LA DEMANDE – INFORMATIONS OBLIGATOIRES

Tableau 2 : Examen de la génération des données

TABLEAU 3 : LISTE DE VÉRIFICATION DES CRITÈRES D'EXAMEN DE LA TECHNOLOGIE

Tableau 4 : Liste de vérification des critères d'évaluation de la conception de l'étude de vérification

TABLEAU 4A : LISTE DE VÉRIFICATION DE LA VALIDITÉ DES DONNÉES

TABLEAU 4B : DONNÉES DE TÉLÉDÉTECTION

TABLEAU 5 : LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ANALYSE DES DONNÉES

TABLEAU 6 : LISTE DE VÉRIFICATION DE L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES

TABLEAU 7 : RÉSUMÉ DES ENSEMBLES DE DONNÉES ACCEPTABLES POUR LA VÉRIFICATION DE L'ALLÉGATION DE PERFORMANCE

TABLEAU 8 : DOCUMENTS PRINCIPAUX