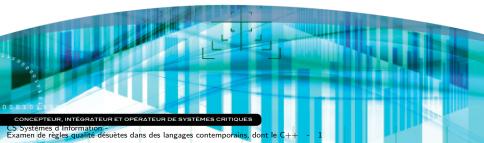


Examen de règles qualité désuètes dans des langages contemporains, dont le C++ Capitole du Libre

Hermitte Luc

CS Systèmes d'Information

17 novembre 2018





Sommaire

- Préambule
- 2 De la déclaration des variables
- 3 Des retours anticipés
- 4 Références







Plan partiel

- 1 Préambule







⊃ Processus d'évolution d'un référentiel qualité









> Processus d'évolution d'un référentiel qualité







- Processus d'évolution d'un référentiel qualité
- Dissonance cognitive, effet rebond...

'If you're arguing, you're losing'

[SAKS]





- Processus d'évolution d'un référentiel qualité
- Dissonance cognitive, effet rebond...







- Processus d'évolution d'un référentiel qualité
- Dissonance cognitive, effet rebond...
- Discussions techniques





Plan partiel

- 2 De la déclaration des variables

Constat Analyse de l'approche historique

Analyse de la définition retardée Aspects connexes







Constat

Contradictions entre des référentiels (traditionnels) imposés et la littérature



Constat Persistance des traditions



'Toute variable doit être déclarée en début de fonction.' Référentiels traditionnels 1

'Toute variable doit être déclarée en début de bloc.' Référentiels traditionnels 2



Constat K&R, C89...



'In C, all variables must be declared before they are used, usually at the beginning of the function before any executable statements." [K&R]

Constat K&R, C89...



'In C, all variables must be declared before they are used, usually at the beginning of the function before any executable statements." [K&R]

En vrai, on n'a pas le choix en C89.



Constat K&R, C89...



'In C, all variables must be declared before they are used, usually at the beginning of the function before any executable statements.'

[K&R]

- En vrai, on n'a pas le choix en C89.
- On trouve des recommandations pour retarder en C99 (SO, forums...)



Constat Clean Code. Robert C. Martin



'Variables and methods should be defined close to where they are used. Local variables should be declared just above their first usage and should have a small vertical scope.' [Martin]



Constat C++ Coding Standards



'§18. Declare variables as locally as

possible.' [Sutter et Alexandrescu, p35]

'§15. Use const proactively.'

[Sutter et Alexandrescu, p30]







'Place a function's variables in the narrowest scope possible, and initialize variables in the declaration.' [Google C++ Style Guide]



Constat AUTOSAR, héritier de MISRA C++



'Rule M3-4-1 (required, implementation, automated) An identifier declared to be an object or type shall be defined in a block that minimizes its visibility.'

[AUTOSAR 2017]







'AV Rule 136 : Declarations should be at the smallest feasible scope This rule attempts to minimize the number of live variables that must be simultaneously considered. Furthermore, variable declarations should be postponed until enough information is available for full initialization' [JSF-AV 2005]



Constat



High Integrity C++ (as created by Perforce)

'6.4.1 Postpone variable definitions as long as possible'

[HIC++]

'7.1.2 Use const whenever possible'

[HIC++]



Constat C++ Core Guidelines



'Con.1 : By default, make objects immutable.'

[C++CG]

'Con.4 : Use const to defifine objects with values that do not change after construction.' [C++CG]

'ES.20 : Always initialize an object'

[C++CG]

'ES.21 : Don't introduce a variable (or constant) before you need to use it' [C++CG]

'ES.22 : Don't declare a variable until you have a value to initialize it with' [C++CG]

'NR.1 : Don't : All declarations should be at the top of a function' [C++CG]



Constat Mon interrogation



- → Pourquoi cette persistance au vue de l'état de l'art dominant?
- Quels sont donc les arguments de chacun?







- Mes soupçons premiers
 - Reproduction des pratiques de nos aïeux





- Mes soupçons premiers
 - Reproduction des pratiques de nos aïeux
 - Après tout Pascal, Ada, C89... ne laissent pas le choix





- Mes soupçons premiers
 - Reproduction des pratiques de nos aïeux
 - Après tout Pascal, Ada, C89... ne laissent pas le choix
 - Incidemment nos cours d'algorithmiques sont ainsi





- Mes soupçons premiers
 - Reproduction des pratiques de nos aïeux
 - Après tout Pascal, Ada, C89... ne laissent pas le choix
 - Incidemment nos cours d'algorithmiques sont ainsi
 - ⇒ habitudes fortement ancrées
 - Je le constate régulièrement avec mes apprenants, collègues...





Pourquoi? Les arguments classiques

⊃ Permet de trouver rapidement toutes les variables au début

 Plus simple pour les initialiser au début et les surveiller dans un débuggueur

Si la liste des variables explose, bon indice qu'il faut refactoriser





Pourquoi? Les arguments classiques

- Permet de trouver rapidement toutes les variables au début
 - Si la fonction était courte (SRP) cela ne devrait pas être un problème
 - Pire, on augmente le nombre de lignes nécessaires
 - Même Vim dispose d'un goto-definition (gd)...
- Plus simple pour les initialiser au début et les surveiller dans un débuggueur

Si la liste des variables explose, bon indice qu'il faut refactoriser





Pourquoi? Les arguments classiques

Permet de trouver rapidement toutes les variables au début

- Plus simple pour les initialiser au début et les surveiller dans un débuggueur
 - Je les préfère const, aucune surveillance nécessaire
 - Les débuggueurs savent s'adapter...
- Si la liste des variables explose, bon indice qu'il faut refactoriser





Pourquoi? Les arguments classiques

⊃ Permet de trouver rapidement toutes les variables au début

 Plus simple pour les initialiser au début et les surveiller dans un débuggueur

- Si la liste des variables explose, bon indice qu'il faut refactoriser
 - Ne peut-on pas le voir avant?
 - Faire un Extract Method sans assistance, est l'enfer avec toutes les variables au début.





Pourquoi? Quelques arguments cognitifs?

- Déclarer et initialiser, au fond, ce sont deux opérations (SRP)
- Un fort tracing est signe de complexité dans un code
 - Aller chercher des informations (e.g. variables, doc...) loin augmente ce tracing. [ZDS]



Analyse de la définition retardée Apports mineurs



Le grand classique : optimisation

On ne procède pas à des constructions et initialisation inutiles



Analyse de la définition retardée



Apports mineurs

Le grand classique : optimisation

- On ne procède pas à des constructions et initialisation inutiles
 - Chose partiellement neutralisée par l'utilisation de Static Single Assignment Form

y := 1	y1 := 1
y := 2	y2 := 2
x := y	x1 := y2



la force de l'innovation

Analyse de la définition retardée Apports mineurs

Le grand classique : optimisation

- On ne procède pas à des constructions et initialisation inutiles
 - Chose partiellement neutralisée par l'utilisation de *Static Single Assignment Form*

```
\begin{array}{llll} y := 1 & & y1 := 1 \\ y := 2 & & y2 := 2 \\ x := y & & x1 := y2 \end{array}
```

Mais qui reste valable pour les constructions en deux temps

```
 \begin{array}{lll} & & & \text{vector} < \text{int} > \text{v}; & & & \text{std}::\text{vector} < \text{int} > \text{v}(42,\,2); \\ & & & \text{v.resize}(42); \\ & & \text{fill\_n}(\text{begin}(\text{v}),\,\text{size}(\text{v}),\,2); \end{array}
```



Analyse de la définition retardée Apports mineurs



⇒ Réduit les risques d'unused variable après refactorisation





Analyse de la définition retardée Apports mineurs



- → Réduit les risques d'unused variable après refactorisation
 - -Wunused-variable y remédie...



Analyse de la définition retardée Apports mineurs



- → Réduit les risques d'unused variable après refactorisation
- Synchronisation nom ↔ contenu plus aisée (car tracing réduit)



Analyse de la définition retardée Apports mineurs



- → Réduit les risques d'unused variable après refactorisation
- Synchronisation nom ↔ contenu plus aisée (car tracing réduit)
- ⊃ Plus simple pour refactoriser avec un Extract Method



Analyse de la définition retardée Apports mineurs



- Nécessaire avec auto
 - auto ne permet pas de déclarer une variable sans l'initialiser

```
auto variable; // KO!!
variable = expression;
```



Analyse de la définition retardée



Apports mineurs

- Nécessaire avec auto
 - auto ne permet pas de déclarer une variable sans l'initialiser
- Nécessaire avec const.
 - const ne permet pas de définir une variable sans l'initialiser définitivement

```
const type variable; // KO!!
variable = expression;
```





Analyse de la définition retardée Apports mineurs

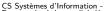


- Nécessaire avec auto
 - auto ne permet pas de déclarer une variable sans l'initialiser
- Nécessaire avec const
 - const ne permet pas de définir une variable sans l'initialiser définitivement
 - style fonctionnel
 - plus simple à reprendre,

'To lower the cognitive burden of future readers: Yes, there are 10 local variables here, but only 2 of them [Gregory] vary.'

- ne nécessite pas d'attention particulière en débug [Sajaniemi et Navarro-Prieto]
- plus concurrent-friendly,





Analyse de la définition retardée Apports mineurs



- Nécessaire avec auto
 - auto ne permet pas de déclarer une variable sans l'initialiser
- Nécessaire avec const
 - const ne permet pas de définir une variable sans l'initialiser définitivement
 - style fonctionnel
 - plus simple à reprendre,

'To lower the cognitive burden of future readers: Yes, there are 10 local variables here, but only 2 of them [Gregory] vary.'

- ne nécessite pas d'attention particulière en débug [Sajaniemi et Navarro-Prieto]
- plus concurrent-friendly,
- Quelques limitations en présence de branches...





Analyse de la définition retardée

Apports majeurs

Après un refactoring, on se retrouve vite avec des situations, où la déclaration retardée...

... réduit, voire élimine avec const, le risque d'utiliser une variable non initialisée...

```
int f(void) {
     int i:
     int result:
     if (h(time(nullptr))) result = g(i);
     // ... du code2 ...
     i = 42:
    // ... du code3 ...
     return result:
p++-c uninitialized.cpp -Wall
uninitialized.cpp: In function 'int f()':
uninitialized.cpp:10:39: warning: 'i' may be used uninitialized in this function [-Wmaybe-uninitialized]
         result = g(i);
```

Notez le warning!



la force de l'innovation

Analyse de la définition retardée

Après un refactoring, on se retrouve vite avec des situations, où la déclaration retardée...

- ... réduit, voire élimine avec const, le risque d'utiliser une variable non initialisée...
- ... pire d'utiliser une variable dans un état non pertinent
 - car «Toute donnée doit être initialisée»...

```
int f(void) {
   int i = 0; // <-- L'initialisation indésirable...
   int result = -1;
   if (h(time(nullptr))) result = g(i);
   // ... du code2 ...
   i = 42;
   // ... du code3 ...
   return result;
}
$ g++ -c zero-initialized.cpp -Wall</pre>
```

Prog (excessivement) défensive, on perd le warning!





Analyse de la définition retardée

Apports majeurs

...En effet, le compilateur va émettre une erreur si on retarde!

```
int f(void) {
     int result = -1:
     if (h(time(nullptr))) {
          result = g(i);
     // ... du code2 ...
     int i = 42:
     // ... du code3 ...
     return result:
g++-c delayed—declared.cpp —Wall
delayed-declared.cpp: In function 'int f()':
delayed-declared.cpp:8:20: error: 'i' was not declared in this scope
        result = g(i);
delayed—declared.cpp:11:9: warning: unused variable 'i' [-Wunused-variable]
    int i = 42:
```

Analyse de la définition retardée Apports majeurs



- ...En effet, le compilateur va émettre une erreur si on retarde!
- Nouvelle problématique, humaine :
 - Acceptera-t-on de se faire réprimander par une machine capable de détecter nos erreurs de logiques?



la force

Aspects connexes

- → Il existe un mouvement pour une programmation plus déclarative [Deane]
- ⇒ moins de statements, plus déclarations, const si possible, etc.
- ⇒ Solution aux initialisations conditionnelles
 - opérateurs ternaires
 - lambdas

'ES.28 : Use lambdas for complex initialization, especially of const variables' [C++CG]

```
string var = [&]{
    if (lin) return ""; // default
    string s;
    for (char c : in >> c)
        s += toupper(c);
    return s;
}(); // note ()
```

Mais... Est-ce bien *simple*? Ce serait un nouvel idiome [Gregory]





Plan partiel

- 3 Des retours anticipés Constat

Aspects cognitifs

Un peu d'histoire Problématique des ressources Les exceptions Quid de la preuve formelle?







Constat

- Contradictions entre divers référentiels.
- On observe une évolution ces dernières années vers les retours multiples



Constat Un seul retour!



'JSF-AV 2005 : AV Rule 113 Functions will have a single exit point.' [JSF-AV 2005]

'6-6-5 (Required) A function shall have a single point of exit at the end of the function.' [MISRA-C++ 2008]



Constat



Autant de retours que l'on veut

'Single point of exit approach does not necessarily improve readability, maintainability and testability. A function can have multiple points of exit.' [AUTOSAR 2017]

'MSC52-CPP. Value-returning functions must return a value from all exit sous-entendu chez [SEI CERT C++] paths'

'Don't nest deeply - return early'

[Gregory]

'NR.2 : Don't : Have only a single return-statement in a function' [C++CG], Non rules and myths

'Use Early Exits and continue to Simplify Code'

[LLVM, §SESE]





Aspects cognitifs humains

'I often find I use Replace Nested Conditional with Guard Clauses when I'm working with a programmer who has been taught to have only one entry point and one exit point from a method. One entry point is enforced by modern languages, and one exit point is really not a useful rule. : if the method is clearer with one exit point, use one exit Clarity is the key principle point; otherwise don't.'

[FOWLER, Refactoring]

'Nested conditional code often is written by programmers who are taught to have one exit point from a method. I've found that is a too simplistic rule. When I have no further interest in a method, I signal my lack of interest by getting out. Directing the reader to look at an empty else block only gets in the way of comprehension.'





Aspects cognitifs humains

'Some programmers follow Dijkstra's rules of structured prog. D. said that every function, and every block within a function, should have 1 entry and 1 exit. Following these rules means that there should only be 1 return statement in a function, no break or continue statements in a loop, and never, ever, any goto statements. While we are sympathetic to the goals and disciplines of structured programming, those rules serve little benefit when functions are very small. It is only in larger functions that such rules provide significant benefit. So **if you keep your functions small**, then the occasional multiple return, break, or continue statement does no harm and can sometimes even be more expressive than the SESE rule. On the other hand, goto only makes sense in large functions, so it should be avoided. [MARTIN, Clean Code]



Aspects cognitifs



- ➡ Et il est tout autant facile de trouver des personnes qui ont un ressenti inverse!
- ⇒ Essayons de mettre la passion de côté



Un peu d'histoire Le Single Entry

- Il faut remonter avant la programmation structurée
- quand une routine pouvait connaître plusieurs points d'entrée
- Fortran déprécie ENTRY en 2008

CALL S2(5)

```
SUBROUTINE S(X, Y)
     R = SORT(X*X + Y*Y)
C ALTERNATE ENTRY LISED WHEN R IS ALREADY KNOWN
    ENTRY S2(R)
    RETURN
    END
CUSAGE
    CALL S(3,4)
C ALTERNATE USAGE
```

https://softwareengineering.stackexchange.com/a/118793/11576



Un peu d'histoire Le Single Exit (destination)



- → Historiquement, cela a fait aussi référence à une autre notion
 - des points de reprise alternatifs
- ⇒ [Knuth] évoque les travaux de [Bochmann]
 - sorties de boucles alternatives
 - mais aussi sortie de fonctions
- Présent en Fortran, déprécié en 90

```
CALL MYSUB(args, *123, *456)
C ... code here for normal return
123 CONTINUE
C ... code here for to handle abnormal exit
456 CONTINUE
C ... ditto for some other condition
```

```
SUBROUTINE MYSUB(args, *2, *3)

C *N corresponds to a RETURN statement with given integer value IF(ENDFIL) RETURN 2
IF(ERROR) RETURN 3
```

http://fortranwiki.org/fortran/show/Modernizing+Old+Fortran#alternate return





Un peu d'histoire Structured Programming



- On en revient sur le débat initié par [DIJKSTRA]
 - goto nuit à la prouvabilité et doit être banni
 - (multiple destinations ou early return, c'est le même combat)



Un peu d'histoire Structured Programming

- On en revient sur le débat initié par [DIJKSTRA]
 - goto nuit à la prouvabilité et doit être banni
 - (multiple destinations ou early return, c'est le même combat)
- contredit par [KNUTH]
 - goto est acceptable tant que sur un organigramme
 - on avance sur la gauche,
 - on remonte sur la droite.
 - et on ne croise jamais de fils.
 - La prouvabilité ne devrait pas être impactée ainsi



Problématique des ressources Problème majeur



On ne doit pas quitter une portée sans libérer



Problématique des ressources



Problème majeur

- On ne doit pas quitter une portée sans libérer
- Dans les langages sans exceptions (e.g. C!)
 - soit on imbrique et indente
 - Ce qui complexifie la compréhensibilité d'un code
 - ⊃ Pas toujours DRY et factorisé
 - soit goto cleanup/goto error
 - ⇒ violation locale de la programmation structurée
 - perte de prouvabilité...?



Problématique des ressources



Problème majeur

- On ne doit pas quitter une portée sans libérer
- Dans les langages sans exceptions (e.g. C!)
 - soit on imbrique et indente
 - Ce qui complexifie la compréhensibilité d'un code
 - ⊃ Pas toujours DRY et factorisé
 - soit goto cleanup/goto error
 - ⇒ violation locale de la programmation structurée
 - perte de prouvabilité...?
- Dans les langages à exceptions
 - finally, try-with-ressources, with, using
 - ou RAII en C++! (RAII -> (p.76)



Les exceptions



et les langages modernes

- Pas d'exceptions aux balbutiements de [DIJKSTRA]
- Les exceptions
 - sont des *early exits*
 - qui renvoient vers des destinations multiples



Les exceptions



et les langages modernes

- Pas d'exceptions aux balbutiements de [Dijkstra]
- Les exceptions
 - sont des *early exits*
 - qui renvoient vers des destinations multiples
 - ⇒ double violation du Single Exit









https://en.wikipedia.org/wiki/Structured_programming

- On interdit les exceptions pour respecter le Single Exit?
- On les rattrape pour ne sortir que depuis un seul point?
- On dit, "Un seul return, plein d'exceptions"?
- \supset Ou on range le *Single Exit* dans les *Non Rules* [C++CG]?



Quid de la preuve formelle?



Les exceptions compliquent tout

'TL; DR: Les exceptions font exploser le nombre de chemins globaux, les error-codes font exploser le nombre de chemins locaux. Pour les méthodes fortement automatique, l'explosion globale est très coûteuse, pour les méthodes où l'on spécifie manuellement, l'explosion locale rend la preuve fastidieuse.

Dans le cas de la preuve manuelle, les exceptions entraînent malgré tout une petite explosion au niveau local sur les fonctions qui envoient des exceptions et sur les fonctions qui traitent. Et ça demande un travail d'annotation plus lourd.' [Ksass'Peuk]





Conclusion

Des questions?



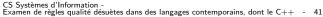


Plan partiel

- 4 Références











Références I



AUTOSAR : Guidelines for the use of the C++14 language in critical and safety-related systems.

https://www.autosar.org/fileadmin/user_upload/standards/adaptive/17-03/AUTOSAR_RS_CPP14Guidelines.pdf. AUTOSAR, mar. 2017.



G. V. BOCHMANN. 'Multiple Exits from a Loop Without the GOTO'. In: *Commun. ACM* 16.7 (juil. 1973), p. 443–444. ISSN: 0001-0782.



Bjarne STROUSTRUP et Herb SUTTER, éds. *C++ Core Guidelines*.

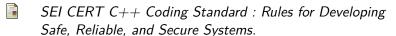
https://github.com/isocpp/CppCoreGuidelines/blob/master/CppCoreGuidelines.md. C++CG, 2015.







Références II



https://wiki.sei.cmu.edu/confluence/pages/viewpage.action?pageId=88046682. CERT, 2016.

- Ben DEANE. CppCon 2018: "Declarative Style in C++". https://github.com/CppCon/CppCon2018/blob/master/Presentations/declarative_style_in_cpp/declarative_style_in_cpp__ben_deane__cppcon_2018.pdf. 2018.
- Edsger W. DIJKSTRA. 'Go To statement considered harmful'. In: *Comm. ACM* 11.3 (1968). letter to the Editor, p. 147–148.
 - Philippe DUNSKI et Luc HERMITTE. Coder Efficacement Bonnes pratiques et erreurs à éviter (en C++). 1e. D-Booker, fév. 2014. ISBN: 978-2-8227-0166-2.





Références III

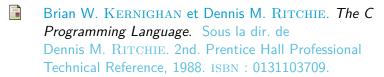
- Martin FOWLER. Refactoring: Improving the Design of Existing Code. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 1999. ISBN: 0-201-48567-2.
- Google C++ Style Guide. https://google.github.io/styleguide/cppguide.html#Local_Variables. Google, 2018.
- Kate GREGORY. CppCon 2018: "Simplicity not just for beginners". https://github.com/CppCon/CppCon2018/blob/master/Presentations/simplicity_not_just_for_beginners/simplicity_not_just_for_beginners_kate_gregory_cppcon_2018.pdf. 2018.
- Joint Strike Fighter Air Vehicle C++ Coding Standards for the System Development and Demonstration Program. http://www.stroustrup.com/JSF-AV-rules.pdf. Lockheed Martin Corporation, déc. 2005.







Références IV



- Donald E. KNUTH. 'Structured programming with go to statements'. In: *Computing Surveys* 6 (1974), p. 261–301.
- KSASS'PEUK. Impact des exceptions sur la preuve formelle, en très gros. Sept. 2018. URL:
 https://openclassrooms.com/forum/sujet/lesysteme-dexceptions-fondamentalementbugge?page=1#message-92670306.
- Aaron LAHMAN. Return-code vs. Exception handling.

 https://ra3s.com/wordpress/dysfunctionalprogramming/2009/07/15/return-code-vs-exceptionhandling/. Fév. 2008.

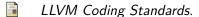








Références V



http://llvm.org/docs/CodingStandards.html#useearly-exits-and-continue-to-simplify-code. LLVM, 2018.

- Robert C. Martin. Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Robert C. Martin Series. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008. ISBN: 978-0-13235-088-4. URL: https: //www.safaribooksonline.com/library/view/cleancode/9780136083238/.
- MISRA C++: Guidelines for the Use of the C++ Language in Critical Systems. MISRA, 2008.
- Perforce. High Integrity C++ Coding Standards. https://www.perforce.com/resources/qac/highintegrity-cpp-coding-standard. Oct. 2013.







Références VI



Dan SAKS. CppCon 2016: "extern c: Talking to C Programmers about C++".

https://www.youtube.com/watch?v=D7Sd8A6_fYU. 2016.

Herb SUTTER et Andrei ALEXANDRESCU. C++ Coding Standards: 101 Rules, Guidelines, and Best Practices (C++ in Depth Series). Addison-Wesley Professional, 2004. ISBN: 0321113586.

ZDS. Lisibilité d'un code source. https://zestedesavoir.com/articles/4/lisibilitedun-code-source/. 2014.





Première partie I

Annexe





Plan partiel

5 Parenthèse RAII





Illustration du RAII Fuyons!



Au pays magique où les erreurs n'existent pas, on trouve ça :

```
// Code d'exemple d'Aaron Lahman
NotifyIcon* CreateNotifyIcon()
    NotifyIcon* icon = new NotifyIcon();
    icon->set text("Blah blah blah"):
    icon->set_icon(new lcon(...), GetInfo());
    icon->set_visible(true);
    return icon:
```

Conseil

Vous ne voulez pas de telles horreurs dans vos codes.

N.B. : cf. [LAHMAN] pour ce code et les suivants



Illustration du RAII



Essayons mieux

Quand on croit pouvoir s'en sortir avec quelques try ... catch.

```
// Code d'exemple d'Aaron Lahman
NotifyIcon* CreateNotifyIcon()
    NotifyIcon* icon = new NotifyIcon();
    try {
        icon->set_text("Blah blah blah");
        icon->set visible(true);
        Info info = GetInfo();
        icon->set_icon(new lcon(...), info);
    } catch (...) {
        delete icon; throw;
    return icon:
```

Sauf que

Si on rajoute une troisième ressource, ou si un GetInfo() pouvant échouer était appelé après le new Icon, ..., cela devriendrait vite très très compliqué.



Illustration du RAII



S'il n'y avait pas d'exceptions

Au pays pas magique avec des erreurs remontées sans exceptions :

```
// Code d'exemple d'Aaron Lahman
HRESULT
CreateNotifyIcon(NotifyIcon** ppResult)
  NotifyIcon* icon = 0:
  lcon*inner = 0:
  const wchar t * tmp1 = 0;
  HRESULT hr = S OK:
  if (SUCCEEDED(hr)) {
    icon = new (nothrow) Notifylcon():
    if (!icon ) hr = E OUTOFMEM:
  if (SUCCEEDED(hr))
    hr = icon->set text("Blah");
  if (SUCCEEDED(hr)) {
    inner = new (nothrow) Icon(...);
    if (!inner)
     hr = E\_OUTOFMEM;
   else {
     Info info:
     hr = GetInfo( &info ):
```

```
if ( SUCCEEDED(hr) )
        hr = icon->set icon(inner, info);
      if ( SUCCEEDED(hr) )
        inner = NULL:
  if (SUCCEEDED(hr))
    hr = icon->set visible(true);
  if (SUCCEEDED(hr)) {
    *ppResult = icon:
    icon = NULL;
  } else {
    *ppResult = NULL:
cleanup:
  if (inner) delete inner;
  if ( icon ) delete icon;
 return hr:
```



Illustration du RAII Voici le C++ moderne de 2014



Au pays pas magique avec des erreurs remontées avec exceptions :

```
// Inspiré du code d'exemple d'Aaron Lahman
std::unique ptr<NotifvIcon> CreateNotifvIcon()
    auto icon = std::make unique<NotifyIcon>();
    icon->set text("Blah blah blah"):
    auto inner = std::make unique<lcon>(...);
    icon->set_icon(move(inner), GetInfo());
    icon->set visible(true):
    return icon:
```

Conseil

C'est ce type de code que vous voulez maintenir! Il va donc falloir commencer par l'écrire...

