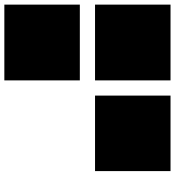
SYNACKTIV
DIGITAL SECURITY



iOS/macOS 0-day^w48-hours

from sandbox to kernel

Présenté 31/05/2018

Pour BeeRumP

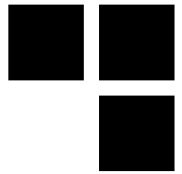
Par Eloi Vanderbeken

Who?

- **Eloi Vanderbeken**
- **@elvanderb**
- **Synacktiv**

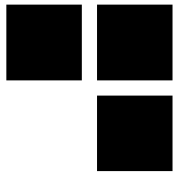
- **Coordinateur du pôle reverse de Synacktiv**
  - développement bas niveau
  - reverse
  - recherche et exploitation de vulnérabilités
  - 12 personnes (31 pour tout Synacktiv)
- **On recrute !**

XNU



- **Kernel de macOS / iOS / watchOS**
- **BSD based**
- **OpenSource**
  - ne contient pas tous les kexts
- **Surface d'attaque intéressante**
  - large partie accessible depuis un processus sandboxé
  - étonnamment relativement peu (publiquement) audité (par rapport aux kext)

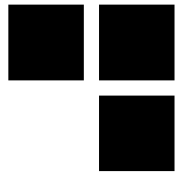
Où taper ?



- **Réseau**
  - compliqué
  - beaucoup de data user controlled
  - async
- **Nouveau code**
  - Apple n’est pas connu pour ses tests unitaires de qualité…

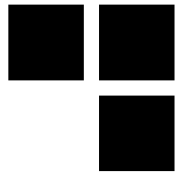
    cf. CVE-2017-2370…
  - Facile à identifier
- **MPTCP !**

MPTCP



- **MultiPath TCP**
- **Sert à faire du TCP sur plusieurs canaux**
  - cellulaire + wifi par exemple
- **Meilleurs perfs + résilience**
- **Utilisé par iOS depuis iOS 7 pour Siri**
- **Interface publique depuis iOS 11**
- **Dans XNU depuis ~ xnu-2422.1.72 (fin 2013)**

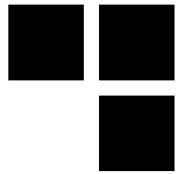
Concrètement...



- **bsd/kern/uipc_domain.c**

```
706  void
707  domaininit(void)
708  {
709          struct domain *dp;
710          domain_guard_t guard;
     ●●●
739          attach_domain(&inetdomain_s);
740  #if INET6
741          attach_domain(&inet6domain_s);
742  #endif /* INET6 */
743  #if MULTIPATH
744          attach_domain(&mpdomain_s);
745  #endif /* MULTIPATH */
746          attach_domain(&systemdomain_s);
```

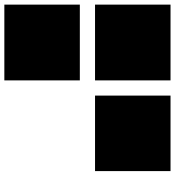
Concrètement...



- **bsd/netinet/mp_proto.c**

```
59  struct domain mpdomain_s = {
60          .dom_family =           PF_MULTIPATH,
61          .dom_flags =            DOM_REENTRANT,
62          .dom_name =             "multipath",
63          .dom_init =             mp_dinit,
64  };
65
66  /* Initialize the PF_MULTIPATH domain, and add in the pre-defined protos */
67  void
68  mp_dinit(struct domain *dp)
69  {
70          VERIFY(!(dp->dom_flags & DOM_INITIALIZED));
71
72          net_add_proto(&mpsw, dp, 1);
73  }
```

Concrètement...



- **bsd/netinet/mp_proto.c**

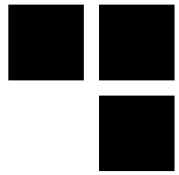
```
45  static struct protosw mpsw = {
46          .pr_type =              SOCK_STREAM,
47          .pr_protocol =          IPPROTO_TCP,
48          .pr_flags =             PR_CONNREQUIRED|PR_MULTICONN|PR_EVCONNINFO|
49                                  PR_WANTRCVD|PR_PCBLOCK|PR_PROTOLOCK|
50                                  PR_PRECONN_WRITE|PR_DATA_IDEMPOTENT,
51          .pr_ctloutput =         mptcp_ctloutput,
52          .pr_init =              mptcp_init,
53          .pr_usrreqs =           &mptcp_usrreqs,
54          .pr_lock =              mptcp_lock,
55          .pr_unlock =            mptcp_unlock,
56          .pr_getlock =           mptcp_getlock,
57  };
```

Concrètement...

- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
86  struct pr_usrreqs mptcp_usrreqs = {
87          .pru_attach =           mptcp_usr_attach,
88          .pru_connectx =         mptcp_usr_connectx,
89          .pru_control =          mptcp_usr_control,
90          .pru_detach =           mptcp_usr_detach,
91          .pru_disconnect =       mptcp_usr_disconnect,
92          .pru_disconnectx =      mptcp_usr_disconnectx,
93          .pru_peeraddr =         mp_getpeeraddr,
94          .pru_rcvd =             mptcp_usr_rcvd,
95          .pru_send =             mptcp_usr_send,
96          .pru_shutdown =         mptcp_usr_shutdown,
97          .pru_sockaddr =         mp_getsockaddr,
98          .pru_sosend =           mptcp_usr_sosend,
99          .pru_soreceive =        soreceive,
100         .pru_socheckopt =       mptcp_usr_socheckopt,
101         .pru_preconnect =       mptcp_usr_preconnect,
102 };
```

Concrètement...



- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
285  /*
286   * User-protocol pru_connectx callback.
287   */
288  static int
289  mptcp_usr_connectx(struct socket *mp_so, struct sockaddr *src,
290      struct sockaddr *dst, struct proc *p, uint32_t ifscope,
291      sae_associd_t aid, sae_connid_t *pcid, uint32_t flags, void *arg,
292      uint32_t arglen, struct uio *auio, user_ssize_t *bytes_written)
293  {
294  #pragma unused(p, aid, flags, arg, arglen)
```

SANITY CHECKS!!!!

- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
322         if (dst->sa_family == AF_INET &&
323             dst->sa_len != sizeof(mpte->__mpte_dst_v4)) {
324                 mptcplog((LOG_ERR, "%s IPv4 dst len %u\n", __func__,
325                           dst->sa_len),
326                          MPTCP_SOCKET_DBG, MPTCP_LOGLVL_ERR);
327                 error = EINVAL;
328                 goto out;
329         }
330
331         if (dst->sa_family == AF_INET6 &&
332             dst->sa_len != sizeof(mpte->__mpte_dst_v6)) {
333                 mptcplog((LOG_ERR, "%s IPv6 dst len %u\n", __func__,
334                           dst->sa_len),
335                          MPTCP_SOCKET_DBG, MPTCP_LOGLVL_ERR);
336                 error = EINVAL;
337                 goto out;
338         }
```

else ?

- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
337                 goto out;
338         }
339
340         if (!(mpte->mpte_flags & MPTE_SVCTYPE_CHECKED)) {
341                 if (mptcp_entitlement_check(mp_so) < 0) {
342                         error = EPERM;
343                         goto out;
344                 }
345
346                 mpte->mpte_flags |= MPTE_SVCTYPE_CHECKED;
347         }
348
349         if ((mp_so->so_state & (SS_ISCONNECTED|SS_ISCONNECTING)) == 0) {
350                 memcpy(&mpte->mpte_dst, dst, dst->sa_len);
351         }
```

else ?

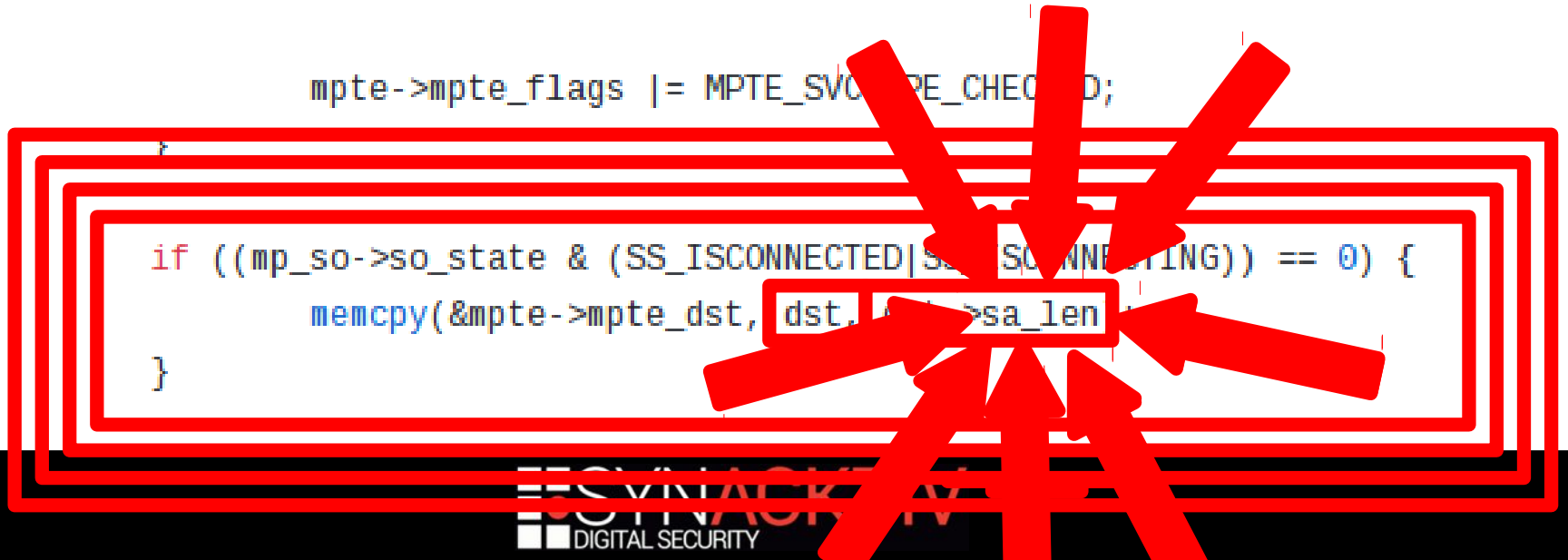
- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
337                 goto out;
338         }
339
340         if (!(mpte->mpte_flags & MPTE_SVCTYPE_CHECKED)) {
341                 if (mptcp_entitlement_check(mp_so) < 0) {
342                         error = EPERM;
343                         goto out;
344                 }
345
346                 mpte->mpte_flags |= MPTE_SVCTYPE_CHECKED;
347         }
348
349         if ((mp_so->so_state & (SS_ISCONNECTED|SS_ISCONNECTING)) == 0) {
350                 memcpy(&mpte->mpte_dst, dst, dst->sa_len);
351         }
```

else ?

- **bsd/netinet/mptcp_usrreq.c**

```
337                 goto out;
338         }
339
340         if (!(mpte->mpte_flags & MPTE_SVCTYPE_CHECKED)) {
341                 if (mptcp_entitlement_check(mp_so) < 0) {
342                         error = EPERM;
343                         goto out;
344                 }
345
346                 mpte->mpte_flags |= MPTE_SVC  PE_CHEC  D;
347         }
348
349         if ((mp_so->so_state & (SS_ISCONNECTED|S  SC NNE TING)) == 0) {
350                 memcpy(&mpte->mpte_dst, dst.  >sa_len
351         }
```



Est-ce que c'est vraiment grave...

- **bsd/netinet/mptcp_var.h**

```
52  /*
53   * MPTCP Session
54   *
55   * This is an extension to the multipath PCB specific for MPTCP, protected by
56   * the per-PCB mpp_lock (also the socket's lock);
57   */
58  struct mptses {
59          struct mppcb    *mpte_mppcb;            /* back ptr to multipath PCB */
60          struct mptcb    *mpte_mptcb;            /* ptr to MPTCP PCB */
                ●●●
73          };
74
75          union {
76                  /* Destination address of initial subflow */
77                  struct sockaddr mpte_dst;
78                  struct sockaddr_in __mpte_dst_v4;
79                  struct sockaddr_in6 __mpte_dst_v6;
80          };
81
          struct mptsub   *mpte_active_sub;       /* ptr to last active subf */
```

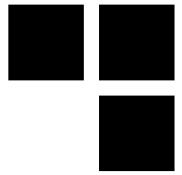
28 bytes MAX

Patché :'(

- **Kernel iOS 11.4**

```
84  sa_family = dst_->sa_family;
85  if ( sa_family == AF_INET6 )
86  {
87    if ( dst_->sa_len != 28 )
88    {
89      if ( !(dword_FFFFFFF00762AA38 & 2) || !(byte_FFFFFFF00762AA90 & 1) )
90        return 22LL;
91      goto LABEL_15;
92    }
93  }
94  else
95  {
96    if ( sa_family != AF_INET )
97      return EAFNOSUPPORT;
98    if ( dst_->sa_len != 16 )
99    {
100     if ( !(dword_FFFFFFF00762AA38 & 2) || !(byte_FFFFFFF00762AA90 & 1) )
101       return 22LL;
102     goto LABEL_15;
103   }
```

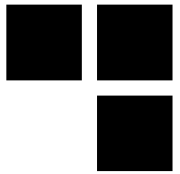
Blame!



- **Vulnérabilité introduite par xnu-4570.1.46**
  - d'après les sources…
- **Avant la destination était placée dans un buffer malloc**

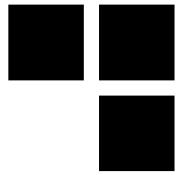
- **Les nouvelles vulns ne vivent pas vieilles**
  - ~ 8 mois
  - y'a plus d'jeunesse ma bonne dame

WEN JB ETA?



- **Pas le temps de parler de l'exploitation**
  - pas eu le temps de regarder
  - très nombreuses mitigations
  - R/W arbitraire to root + entitlé : long
  - de nombreuses publications sur le sujet
- **Vulnérabilité exploitable que depuis une app « normale »**
  - pas depuis un renderer sans accès au réseau :)
- **Ça reste une rump préparée en 1h :)**

Conclusion



- **Vulnérabilité simple à trouver**
- **Probablement simple à exploiter**
- **Atteignable depuis la sandbox**
  - sous condition
- **Qui a vécu 8 mois**
  - en même temps peu et beaucoup
  - a survécu à plusieurs updates
- **Si vous voulez faire des trucs cools...**
  - Synacktiv recrute

AVEZ-VOUS
DES QUESTIONS ?

MERCI DE VOTRE ATTENTION,